# HYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNG DES HILS, DES OHMGEBIRGES UND DES KYFFHÄUSERS

## NEBST BESTIMMUNG DES RADIOAKTIVEN GEHALTS DER QUELLWÄSSER

MIT EINEM ANHANG:

DIE QUELLEN DES URACHER VULKANGEBIETES DER SCHWÄBISCHEN ALB

---

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE,

GENEHMIGT VON DER

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT
DER KGL. FRIEDRICH-WILHELMS UNIVERSITÄT ZU BERLIN

ACAD. LUGD BAT. BIBL.

VON

EBERHARD WALTER
STRASSBURG I. E.

MIT 4 TAFELN UND 3 ABBILDUNGEN IM TEXT

TAG DER PROMOTION: 20. AUGUST 1914

# HYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNG DES HILS, DES OHMGEBIRGES UND DES KYFFHÄUSERS

## NEBST BESTIMMUNG DES RADIOAKTIVEN GEHALTS DER QUELLWÄSSER

MIT EINEM ANHANG:

DIE QUELLEN DES URACHER VULKANGEBIETES DER SCHWÄBISCHEN ALB

---

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE,

GENEHMIGT VON DER

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT
DER KGL. FRIEDRICH-WILHELMS UNIVERSITÄT ZU BERLIN

MEAD LIBRARY BIOL.

VON

EBERHARD WALTER
STRASSBURG I. E.

MIT 4 TAFELN UND 3 ABBILDUNGEN IM TEXT

TAG DER PROMOTION: 20. AUGUST 1914

Referenten:

Geheimrat Prof. Dr. Branca
Geheimrat Prof. Dr. Liebisch

JENA
GUSTAV FISCHER
1914

Zweck der vorliegenden Arbeit war möglichst genaue Feststellung des Wasserumsatzes im Gebirge unter Berücksichtigung aller hier in Betracht kommenden geologischen Faktoren. Gleichzeitig sollten möglichst viele Quellen auf Radioaktivität untersucht und dabei besonders der Art des Einflusses geologischer Faktoren auf den radioaktiven Gehalt nachgegangen werden.

Von Herrn Geheimen Bergrat Dr. Branca, sowie von Herrn Professor Dr. Stremme wurde ich auf den Hils bei Alfeld hingewiesen, der seines Quellenreichtums und seiner interessanten geologischen Verhältnisse halber als Untersuchungsgebiet besonders geeignet erschien[1]). Für die reichen Anregungen, sowie für jegliche meiner Arbeit zuteil gewordene Förderung seitens dieser Herren, auch für die Ueberlassung des Fontaktoskops des Geologischen Instituts der Universität spreche ich hiermit meinen wärmsten Dank aus. Außerdem danke ich Herrn Professor Dr. Pompeckj für die freundliche Unterstützung, die er mir bei der Drucklegung der Arbeit zuteil werden ließ.

Um Vergleiche mit der Wasserführung anderer Gebiete anstellen zu können, wurde später noch das Ohmgebirge und der Kyffhäuser in ebenso systematischer Weise untersucht. Aus demselben Grunde wurden auch die Quellen im Uracher Vulkangebiete der Schwäbischen Alb mit in die Untersuchung hereinbezogen.

Im einzelnen setzte sich die Untersuchung der Quellen, abgesehen von der weiter unten zu besprechenden Untersuchung auf Radioaktivität, jeweils aus einer Feststellung der Härte, der Temperatur und der Ergiebigkeit zusammen. Da die Wasserläufe vielfach nicht bloß durch Quellen, sondern auch durch Grundwasser, das sich ihnen unsichtbar beigesellt, gespeist werden, wurden auch die Bäche an vielen einzelnen Stellen ihres Laufes auf ihre Härte untersucht. Es ergab sich auf diese Weise eine Zahl von 198 untersuchten Quellen und 73 untersuchten Bächen.

Härtebestimmungen wurden im ganzen 637 angestellt, davon 523 im Hils und seiner Umgebung, 80 im Ohmgebirge, 18 im Kyffhäuser und 16 in der Schwäbischen Alb.

---

1) Eine erste kurze Darstellung der Hydrologie des Hils von Dr. H. Stremme findet man im Handwörterbuch d. Naturwissensch. Bd. 8. Jena 1913, unter „Quellen", Abschn. 6: „Die Schichtwasserquellen der Hilsmulde".

Die Härte des Wassers wurde mit der Clarkschen Seifenlösung bestimmt. Diese Seifenlösung[1]) vermag in 100 ccm Wasser 12 mg Kalk oder äquivalente Mengen von neutralem Baryum- oder Magnesiumsalz zu binden. Da Wasser nach der in Deutschland üblichen Graduierung einen Härtegrad besitzt, wenn es in 100000 Gewichtsteilen einen Gewichtsteil CaO enthält, zeigt die Clarksche Seifenlösung 12 deutsche Härtegrade an.

Der Vorgang[2]), auf dem die Härtebestimmung durch die Clarksche Seifenlösung beruht, ist genauer folgender:

Die Seife ist das Kaliumsalz einer Fettsäure und hat als solches die Eigenschaft, sich in viel Wasser in Kation und Anion zu spalten. Das frei gewordene Anion (Säure) vereinigt sich mit einem zweiten Molekül des Salzes zu einem unlöslichen Körper, der mit dem Wasser Schaum bildet. Zugleich bildet die Fettsäure der Seifenlösung mit Erdalkalien, wo solche vorhanden sind, weiße, flockenartige Niederschläge. Diese Kalk- oder Mangan- bzw. Baryumsalze der Fettsäure bleiben unlöslich, während das Alkali der Seife mit den anorganischen Säuren der Erdalkalisalze lösliche Verbindungen bildet.

Die Schaumbildung, die erst mit dem Auftreten freier Fettsäure möglich wird, kann also erst eintreten, wenn sämtliche vorhandenen Erdalkalien in Fettsäuresalze umgewandelt sind, d. h. das Wasser ist um so härter, je mehr Seifenlösung zugesetzt werden muß, bis Schaumbildung eintritt.

Die meisten der von mir untersuchten Wässer blieben unter 12 Härtegraden, weshalb auf die Mitführung von destilliertem Wasser verzichtet wurde. Sonst hätten durch Mischung auch höhere Härtegrade festgestellt werden können. Die Härte der wenigen in Betracht kommenden Wässer wurde mit „mehr als 12“ bezeichnet. Ebenso wurde immer nur die Gesamthärte gemessen und von der Unterscheidung von bleibender und verschwindender Härte, die durch Auskochen des Wassers erfolgt, abgesehen.

Um das Format der mitzuführenden Glasgeräte zu beschränken, wurden zu den einzelnen Untersuchungen meist nur 20 ccm Wasser benutzt, womit zugleich auch nur $^1/_5$ an Seifenlösung gegenüber der gewöhnlichen Clarkschen Tabelle benötigt wurde. Sämtliche 637 Härtebestimmungen wurden mit demselben Stöpselglas, mit derselben Glashahnbürette und die allermeisten auch mit demselben Meßglas vorgenommen, was für den gegenseitigen Vergleichswert aller Messungen günstig ist.

Die Temperatur des Wassers wurde mit Schleuderthermometern gemessen. Mit der Zeit erwies sich als die exakteste Methode der Messung die folgende: Das Thermometer wurde einige Minuten lang in das Wasser gelegt, unmittelbar am Austritt des Wassers aus dem Gestein. Dann wurde ein Schöpfgefäß womöglich bis zum Rand mit Quellwasser angefüllt, das Thermometer unter Wasser in dieses gebracht und nun in dem Schöpfgefäß rasch aus der Quelle gehoben. Jetzt mußte es bei der Ablesung nur so viel aus dem Wasser im Schöpfgefäß gehoben werden, daß die bequeme und parallaxenfreie Ablesung erfolgen konnte. So waren alle denkbaren Fehlerquellen, die sich sonst beim Herausheben des Thermometers bilden konnten, mit unbedingter Sicherheit ausgeschaltet, denn die Temperaturänderung, die die Masse von 500 ccm Wasser im Schöpfgefäß in den wenigen Sekunden zwischen dem Herausheben und der endgültigen Ablesung erfahren kann, ist für jeden Grad praktisch erreichbarer Exaktheit gleich Null.

Für die Bestimmung der Ergiebigkeit ließ sich keine allgemein brauchbare Methode finden, vielmehr mußte sich diese jedem einzelnen Fall anbequemen. Am einfachsten war es, wenn der Wasser-

1) K. Keilhack, Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde. Berlin 1912. pag. 409.
2) A. F. Hollemann, Lehrbuch der organischen Chemie. 7. Aufl. 1909. pag. 98.

lauf in der Nähe der Quelle irgendwo ein so starkes Gefälle hatte, daß das Wasser in ein Schöpfgefäß von bekanntem Inhalt geleitet werden konnte. Das war natürlich nur bei beschränkter Ergiebigkeit bis höchstens 1 oder 1,5 secl möglich. Im übrigen wurde die Ergiebigkeit immer als Produkt von Querschnitt und Fließgeschwindigkeit bestimmt. Die Fließgeschwindigkeit wurde durch Schwimmkörper aller Art mit der Stechuhr festgestellt, in der Regel etwa 10mal, und daraus das Mittel gezogen. Dazu wurde ein Stück des Bachlaufes mit möglichst großem und gleichbleibendem Querschnitt ausgesucht. War kein solches zu finden, so wurde durch zwei Querdämme im Abstand von 2—3 m eine solche Rinne hergestellt (Fig. 1).

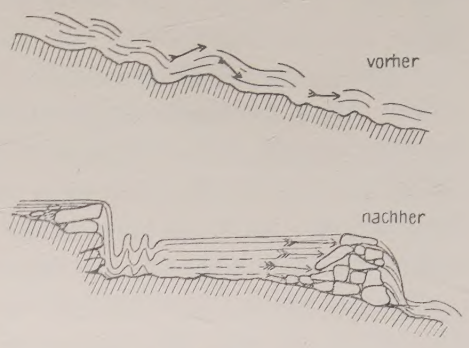

Fig. 1.

Beim oberen Damm sollte das Wasser möglichst überlaufen und durch senkrechten Fall seine horizontale Stoßkraft verlieren. Umgekehrt sollte der untere Damm dem Wasser in allen Teilen seines Querschnittes möglichst gleichmäßigen Durchlaß gewähren. Daher wurde der obere Damm durch Laub gedichtet, der untere aus groben Geröllstücken aufgebaut. So war am ehesten ein großer Querschnitt der bewegten Wassermasse, also eine sehr kleine Fließgeschwindigkeit mit einer möglichst geringen Wirbelbewegung und mit einer gleichmäßigen Fließgeschwindigkeit in allen Teilen des Querschnittes an der Sohle und am Spiegel vereinigt, wodurch eine hinreichende Genauigkeit der Messung gewährleistet war. Die Ergiebigkeit ist in allen Fällen in Sekundenlitern angegeben.

## Allgemeines über Quellen.

Jede Quelle ist ein Vorgang, nämlich das Austreten des bis zu dem Quellpunkt im Gebirgskörper eingeschlossenen Wassers an die Erdoberfläche. Dieser Vorgang ist nur möglich durch das ständige Vorhandensein eines materiellen Substrats, des austretenden Quellwassers. Dementsprechend werden die Quellen von einem doppelten Gesichtspunkt aus beurteilt und eingeteilt: erstens hinsichtlich der Art und Weise, wie das Zutagetreten des Quellwassers erfolgt, zweitens bezüglich der Art des Vorkommens des Wassers im Gebirgsinnern. Diese beiden Arten der Klassifikation haben an sich gar keine Berührungspunkte, so daß, wenn der Charakter einer Quelle in der einen Hinsicht fest umgrenzt ist, damit in der anderen Beziehung nichts über die Art der Quelle ausgesagt ist.

Der Ort einer jeden Quelle ist dort gegeben, wo der Spiegel des im Gebirge eingeschlossenen Wassers, der „Grundwasserspiegel“, zum Schnitt mit der Erdoberfläche kommt.

Der allgemeinste Typus einer Quelle entsteht also dadurch, daß die Erdoberfläche ein stärkeres Gefälle besitzt als der Spiegel des im gleichen Niveau eingeschlossenen Grundwassers. Außerdem ist er höchstens durch das Fehlen irgendeines anderen Kennzeichens bezeichnet. Dieser Typus kann als „Grundwasserquelle“ [1]) bezeichnet werden. Die Lage der Grundwasserquellen ist besonders durch die Formen des Grundwasserträgers, d. h. im wesentlichen durch die Oberflächenformen, bestimmt.

1) Da für den allgemeinsten Typus „Quelle“ keine weitere Bezeichnung zur Verfügung steht, so sei hier der eigentlich die allgemeinste Art der Herkunft des Quellwassers bezeichnende Ausdruck „Grundwasser“ zugleich zur Angabe der allgemeinsten Form des Zutagetretens des unterirdischen Wassers benutzt.

Bei der „Schichtquelle“ ist der Grundwasserstrom nach unten begrenzt durch eine undurchlässige Unterlage, deren Anordnung im Gebirgskörper im Verein mit den Oberflächenformen den Ort der Quelle näher bestimmt. Der an Schichtquellen austretende Grundwasserstrom kann dem Streichen oder dem Fallen der undurchlässigen Unterlage folgend abfließen; fließt er entgegen dem Fallen ab, so bildet er beim Uebertritt an die Oberfläche eine Ueberfallquelle, die somit nur eine besondere Art der Schichtquellen darstellt.

Wird der Durchflußquerschnitt im benetzten Gestein durch den Gebirgsbau oder eine Abnahme der Durchlässigkeit des Gesteins in horizontaler Richtung stark vermindert, so wird der Grundwasserstrom vor dem Hindernis zu einer seitlichen Ablenkung seines Laufes veranlaßt. Durch dieses seitliche, d. h. aufwärts gerichtete Ausweichen werden größere Gesteinskomplexe mit Wasser erfüllt, als es dem Verhältnis von durchfließender Grundwassermenge und Durchlässigkeit des Gesteins entsprechen würde; es entsteht ein Aufstau und dort, wo der aufgestaute Grundwasserstrom aus dem Gebirgskörper austritt, eine Stauquelle. Eine besondere Art der Stauquellen stellt die artesische Quelle dar, was besonders bei muldenförmiger Lagerung der Schichten klar ersichtlich ist. Hier stauen sich die gegeneinander fließenden Grundwasserströme gegenseitig; wo durch eine Gesteinsspalte oder durch ein Bohrloch das seitliche Ausweichen des gestauten Grundwassers ermöglicht wird, entsteht eine artesische Quelle. Das die artesischen Quellen von den übrigen Stauquellen unterscheidende Merkmal besteht nur darin, daß bei der artesischen Quelle das seitliche Ausweichen des gestauten Grundwassers nicht am Rand, sondern inmitten des stauenden Gesteinskörpers erfolgt. Da der eine Wasserbewegung stauende und ablenkende Gesteinskörper undurchlässig oder wenig durchlässig sein muß, so findet bei der artesischen Stauung naturgemäß meist keine Ansammlung größerer Grundwassermengen statt. Der gesamte mögliche Aufstau wird aber in dem artesisch gespannten Grundwasser restlos in die Form des Druckes umgesetzt, so daß die Spiegelhöhe, auf die sich die freie Grundwasseroberfläche einstellen würde, auch im artesischen Gebiet überall in latentem Zustand vorhanden ist.

Was das Vorkommen des Wassers im Gebirgsinnern betrifft, so kann man mit „Grundwasser“ das unterirdische Wasser schlechthin bezeichnen. Ich halte es für erlaubt, auch besondere Arten des Vorkommens von unterirdischem Wasser dann mit „Grundwasser“ zu bezeichnen, wenn in dem betreffenden Fall die Art des Vorkommens gegenüber anderen Eigenschaften des Wassers gleichgültig ist. So genügt für den Praktiker in den meisten Fällen der Oberbegriff „Grundwasser“ vollständig. Wenn gerade über die Bezeichnungsweise des unterirdischen Wassers[1]) die verschiedenen Autoren eine geringe Uebereinstimmung zeigen, so rührt dies unter anderem daher, daß in der Natur die verschiedenen Typen durch ganz allmähliche Uebergänge miteinander verbunden sind, die Abgrenzung der einzelnen Arten von unterirdischem Wasser also immer mehr oder weniger dem Belieben des einzelnen überlassen bleiben wird.

Das Vorhandensein von Grundwasser im Boden ist an Hohlräume gebunden, die das feste Gebirge durchlässig machen. Nach der Anordnung und Beschaffenheit dieser Hohlräume unterscheidet man die verschiedenen Arten von unterirdischem Wasser.

Es gibt zwei Arten von Hohlräumen: eine, die mit dem Gebirgsbau, und eine, die mit der Gesteinsausbildung zusammenhängt. In der ersteren Art, den Spalten und Klüften, sammelt sich das „Kluftwasser“. Verwerfungen unterscheiden sich nur dem Grad der an ihnen stattgefundenen

1) Eine Uebersicht über die verschiedenen Definitionen von „Grundwasser“ findet sich in dem Lehrbuch von KEILHACK, „Grundwasser und Quellen“ auf pag. 67.

Gebirgsstörungen nach von Spalten und Klüften. Der Ausdruck „Verwerfungsquelle“ besagt daher bezüglich der Herkunft des Quellwassers nur, daß Kluftwasser oder in Klüften gesammeltes Grundwasser anderer Art zutage tritt, und bezüglich des Vorgangs des Zutagetretens höchstens, daß eine Verwerfung die allgemeine Ursache ist. In seltenen Fällen bilden in geschichteten Gesteinen die Schichtfugen den Ort, an dem sich allerdings meist geringe Mengen von Schichtfugenwasser ansammeln. Von der größten hydrologischen Bedeutung sind jene Gesteine, die im ganzen wie im einzelnen Handstück von Hohlräumen durchsetzt sind. Besteht das Gestein aus unverkitteten Körnern, so zeigt die mathematische Berechnung, daß das Porenvolumen von der Korngröße unabhängig, also bei sehr grobem und sehr feinem Korn ganz gleich sein kann. Alle Quellen haben aber, wenn man von etwaigen juvenilen Quellen absieht, nur Bestand bei dauerndem Wasserumsatz im Gebirge[1]). Für sie ist also der Grad der Durchlässigkeit der Gesteine von größerer Wichtigkeit als ihr Porenvolumen. Die Durchlässigkeit ist nun nicht unabhängig von der Korngröße, sie nimmt vielmehr mit dieser zu. Je kleiner die Gesteinskörner und damit die einzelnen Hohlräume werden, um so größer wird der Teil des Wassers, der infolge der Adhäsion an den Wandungen der Gesteinskörner keine freie Beweglichkeit besitzt und für den mehr und mehr die Gesetze der Kapillarität gelten. Unterscheidet man demnach zwischen mathematischem oder absolutem und dem für die Wasserzirkulation in Betracht kommenden freien Porenvolumen, so gilt innerhalb gewisser Grenzen der Satz, daß das freie Porenvolumen mit der Korngröße zunimmt. Sehr feinkörnige Gesteine können ein beträchtliches absolutes und fast gar kein freies Porenvolumen besitzen. So besitzt der Löß ein sehr großes Wasserfassungsvermögen, gibt aber keineswegs Anlaß zur Bildung mächtiger Quellen. Dieses Verhältnis, das für die aus unverkitteten Körnern bestehenden Gesteine abgeleitet wurde, gilt naturgemäß in ganz ähnlicher Weise für die Gesteine, deren Hohlräume mehr oder weniger durch ein Bindemittel ausgefüllt sind.

Nicht auf die Art der Hohlräume im einzelnen, also das Vorkommen des Wassers im Gestein an sich, sondern auf die Anordnung des von Wasser erfüllten Hohlraumsystems im Gebirgsganzen zielt der Ausdruck „Schichtwasser“ ab. Schichtwasser ist in der allgemeinsten Bedeutung jedes Wasser in einem geschichteten, nicht-massigen Gestein, dann aber bedeutet es im Unterschied von Grundwasser das Wasser in einer durch ein undurchlässiges Liegendes und Hangendes abgeschlossenen durchlässigen Schicht. Schwierig wird eine folgerichtige Unterscheidung von Schichtwasser und gewöhnlichem Grundwasser dann, wenn die undurchlässige Hangenddecke nur teilweise vorhanden ist und im weiteren Fortstreichen der durchlässigen Schicht fehlt. Die Schwierigkeit wäre zum Teil behoben, wenn der Ausdruck „Schichtwasser“ nur dann gebraucht würde, wenn das Wasser die durchlässige Schicht bis zur Hangendgrenze erfüllt, seine Oberfläche also nicht mit Luft in Berührung kommt. Dies ist jedoch einesteils sehr oft nicht festzustellen, andernteils kann der Schichtwasserspiegel bei jahreszeitlichen Schwankungen bald mit Luft, bald mit der Hangendschicht in Berührung treten. Der Begriff „Schichtwasser“ erlaubt also keine strenge und für alle Fälle brauchbare Formulierung.

Diese kurzen Ausführungen beanspruchen keineswegs, alle erdenklichen Arten von Grundwasser und Quellen zu umfassen; sie sollen lediglich die im folgenden gebrauchte Bezeichnungsweise der hydrologischen Vorgänge begründen.

---

1) Von einer Diskussion der Volgerschen Kondensationshypothese wird in dieser Arbeit abgesehen, da es in den Untersuchungsgebieten nicht möglich war, das Verhältnis von Niederschlag und Abfluß mit hinreichender Genauigkeit festzustellen.

# 1. Der Hils.

Die Hilsmulde bildet einen 12 km langen und annähernd 6 km breiten Kessel, dessen Umrandung durch den nur an einer Stelle, bei Delligsen, durchbrochenen Hilssandsteinkamm gebildet wird, und dessen Mitte durch die in der Muldenachse aufragenden Erhebungen jüngerer Kreideschichten sehr bergig gestaltet ist.

Der Hilskamm hat in seinem westlichsten Punkt in der „Bloßen Zelle“ mit 476,7 m seine höchste Erhebung und senkt sich von hier an rasch nach S bis auf 356 m in der Scharte zwischen Hilsbornskeil und Spechtsbornskopf, nach O bis auf 258,7 m in der Einschartung am Drachenhohl. Im SW biegt der Kamm in seinem Verlauf ganz allmählich zur Ostrichtung um, wobei er zuerst langsam wieder bis auf 432,4 m ansteigt und sich dann in einem ganz gleichmäßigen Gefälle bis auf 368 m erniedrigt. Die SO-Ecke ist in dem Burgberg, der 430 m Höhe erreicht, wieder durch einen stärkeren Anstieg der Umrandung der Mulde gekennzeichnet. Von hier aus nordwärts senkt sich der Hilsrand, der hier in der Hühnenburg vorübergehend die 400 m-Linie eben noch erreicht, ziemlich rasch bis zur Pforte von Delligsen, durch welche die Hilsgewässer, in der Wispe vereinigt, in einer Meereshöhe von 112 m der Hilsmulde entströmen. Jenseits der Pforte von Delligsen stellen die Höhe des Burgholzes mit 276,5 m Meereserhebung und die des Bocksberges mit 285,6 m das letzte Glied in der so einheitlichen Hilsumrandung dar.

Die Erhebungen in der Mitte der Hilsmulde, im NW eine Berggruppe, die sich zum Idtberg zusammenschließt, im SO der kleinere Fahrenberg, besitzen annähernd dieselbe Höhe: der Idtberg ist 364,5 m, der Fahrenberg 365 m hoch. Doch zieht sich die Bergbrücke, die den Idtberg mit dem Hilskamm verbindet, in mehrmaligem An- und Abstieg sehr lange hin, bis über $3^1/_2$ km, während der Fahrenberg nur $1^1/_2$ km von der Hühnenburg entfernt liegt; weshalb der Idtberg von allen Seiten als ein frei aufragender Berg erscheint, der Fahrenberg jedoch meist in enger Verbindung mit dem nahen Hilskamm gesehen wird.

Tektonisch stellt die Hilsmulde eine regelmäßig gebaute Mulde dar, wie dies in den beigefügten Profilen und in der Strukturkarte deutlich zum Ausdruck kommt. Das Einfallen nach dem Boden der Mulde erfolgt auf der NO-Seite ziemlich steiler als auf der SW-Seite. Hauptsächlich infolge dieser Steigerung des Einfallens des Muldenrandes tritt besonders im O die enge Uebereinstimmung zwischen den Bergformen und der Tektonik gegenüber den anderen Abschnitten des Hilsrandes zurück.

Nach außen zu ist die Hilsmulde zum Teil durch Störungen abgegrenzt, an denen sie gegenüber ihrer Umgebung abgesunken erscheint. Diese Störungen sind nur schwach auf der Strecke Delligsen-Stroit, werden hier jedoch durch die schon erwähnte Steigerung des Einfallens ersetzt. Doch vermutet v. Koenen[1]), daß die Bruchlinie, die bei Varrigsen nachgewiesen und auf der geologischen Spezialkarte eingezeichnet ist, in der Talsohle bis an das Westende von Naensen reicht.

Nach Blatt Alfeld der geologischen Spezialkarte setzt die Randstörungslinie im NW innerhalb der Münder Mergel ein, stößt dann südlich des Borberges an einer zweiten ab, die innerhalb des Weald ansetzt und längs der bald darauf Purbeck an Neokomton grenzt. Im weiteren Verlauf der Südwestseite grenzen in der Richtung nach SO immer ältere Schichten, in den letzten 9 km vom „Schwarzen

1) v. Koenen, Ueber Veränderungen des Verhaltens von Störungen im Fortstreichen und Einfallen und über den Bau der Hilsmulde. Sonderabdr. a. d. 6. Jahresber. d. Niedersächs. Geol. Ver. 1913. pag. 13.

Land“ nördlich Vorwohle an Ornatenton an den Neokomton. Infolge der mächtigen Hilssandsteinschuttdecke ist die Auflagerung des Neokomtons auf den Ornatenton nirgends zu sehen. v. Koenen [1]) ist der Ansicht, daß es sich um eine Ueberschiebung handle; der Hilsrand wäre danach aufgepreßt zu denken und es läge eine wohl ziemlich flach einfallende Ueberschiebungsfläche vor. Da aber [2]) an der SO-Ecke der Hilsmulde, oberhalb Stroit im Walde die primäre, durch Transgression bedingte Auflagerung des Neokomtons auf Purbeck sichtbar ist, ist zu vermuten, daß wir es auf der ganzen SW-Seite des Hils nicht mit einer Ueberschiebung, sondern mit einer Transgression des Neokomtons über die verschiedenen Juraschichten zu tun haben.

An der SO-Ecke des Hilses, westlich von Stroit, verzeichnet die geologische Spezialkarte eine mächtige, senkrecht auf den Hilskamm zu verlaufende Querverwerfung. Auch v. Koenen [3]) macht auf das teilweise Fehlen des größten Teiles des Valanginien und des ganzen Weald aufmerksam; er läßt die Frage offen, ob diese Schichten noch abgelagert oder später wieder abgetragen sind. Auf der NO-Seite verläuft die Störung in der nordwestlichen Verlängerung der obenerwähnten Bruchlinie von Varrigsen über Delligsen, wo sie durch Lehmüberdeckung auf größere Erstreckung hin der Beobachtung entzogen ist, zumeist der Talsohle folgend nach Hohenbüchen und weiterhin am Südfuß der Hohen Warte vorbei. In der Gleneschlucht ist der Jurakamm von einer großen Querstörung betroffen, von der verschiedene annähernd streichende Brüche nach NW verlaufen [4]).

Wir sehen also, wie am SW-Rande der Hilsmulde der Jurazug, der im NW den Ith bildet, zum Verschwinden kommt, indem die Juraschichten neben der gleichmäßig lagernden Kreide sehr stark in die Höhe gehoben werden, weshalb sämtliche Kalke und Dolomite des oberen Jura der Abtragung anheimgefallen und nur die Tone des mittleren und unteren Jura sich als flacher Sockel des Hilssandsteinkammes erhalten haben. Anders liegen die Verhältnisse am NO-Rand; auch dort erfahren die Juraschichten gegenüber der Kreide zwischen Coppengrave und Delligsen eine schwache Heraushebung; doch ist diese so unbedeutend, daß die Selbständigkeit des Jurazuges dadurch nicht gemindert wird und die Bergkette des Thüsterberges, Duinger Berges, Reuberges und Sternberges jenseits der Wispe in dem Thödingsberg und dem langgezogenen Selter [5]) eine ungestörte Fortsetzung findet.

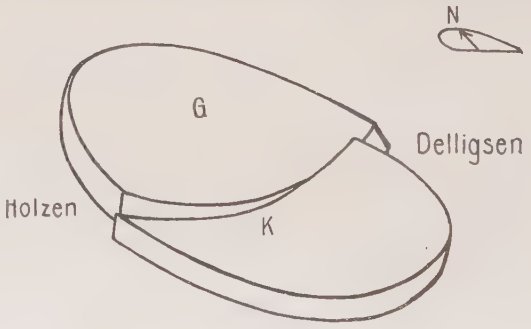

Fig. 2.

Auch im Innern ist die Hilsmulde von verschiedenen Querbrüchen und Störungslinien durchzogen, wenn auch diese vielfach nicht unmittelbar zu erkennen sind. Besonders auffallend ist eine Störungslinie, die quer durch die Hilsmulde von Delligsen nach Holzen verläuft. Wir bekommen den Eindruck, als ob entlang dieser Störungslinie die Nordhälfte der Hilsgesteine gegenüber der Südhälfte um etwa 400 m nach O verschoben sei, wie dies in der schematischen Skizze (Fig. 2) veranschaulicht ist. Denn auf dem westlichen Teil der Hilsmulde, in der Gegend zwischen dem hohen Kamp und dem

1) Erläuterungen zu Blatt Alfeld. pag. 3.

2) Dies nach freundlicher mündlicher Mitteilung des Herrn Prof. Dr. Pompeckj.

3) a. a. O. pag. 10.

4) v. Koenen, Ueber Veränderungen . . . pag. 11.

5) Mit dieser Abgrenzung des Selter folge ich H. Guthe, Die Lande Braunschweig und Hannover. Hannover 1888. pag. 444, sowie der auf den Meßtischblättern durchgeführten Bezeichnungsweise.

Spechtbornskopf, kommen wir, wenn wir die Störungslinie in der Richtung des hier vorherrschenden Streichens durchqueren, sehr rasch in ein Gebiet, in dem entsprechende Schichtteile bis zu 60 m höher liegen; gerade umgekehrt verhält es sich im Osten der Hilsmulde bei der Papierfabrik Delligsen: in der Richtung des Streichens nach NW fortschreitend, können wir dort beim Queren der Störungslinie sogar vom Neokomton unmittelbar in Flammenmergel kommen; wir finden hier also den Neokomton mindestens um die vertikale Mächtigkeit des hier sehr stark einfallenden Hilssandsteins, also um rund 100 m, tiefer liegend. Hier im Osten ist der Sprung auf eine Stelle konzentriert, während er sich im Westen in mehrere Teilverschiebungen längs einzelner Schollen aufzulösen scheint. Wir finden auch in dem Jura-Störungsgebiet bei Holzen verschiedene west-östlich streichende Verwerfungen. Durch die Annahme einer vorwiegend seitlichen Verschiebung der Muldenhälften wäre auch die anscheinend so ungestörte Lagerung in der Muldenachse leicht zu erklären; hier wo die gegenseitig verschobenen Schichten fast söhlig lagern, kommt die Verschiebung äußerlich gar nicht zum Ausdruck; die Verschiebung tritt jedoch um so auffallender in die Erscheinung, je mehr wir uns dem Außenrande der Mulde nähern und je steiler die Schichten geneigt sind. So entspricht der stärkeren Neigung der Schichten bei Delligsen der stärkere Ausschlag der Verschiebung.

Doch muß erwähnt werden, daß dasselbe Phänomen auch ebensogut durch eine Torsion der Hilsmulde in der Längsachse erklärt werden kann, ohne daß damit eine horizontale Verschiebung der Muldenhälften verknüpft sein muß.

Jedenfalls ist es sehr bezeichnend, daß die einzige Durchbrechung der Hilsumrandung durch die Wispe gerade an dieser Störungslinie erfolgt, und zwar nicht auf der westlichen Seite, wo sich die Wirkung der tektonischen Kraft anscheinend zersplittert hat, sondern auf der östlichen, wo die Störung in ihrem ganzen Umfang sich auf dem engsten Raum abspielt und wir demnach die stärkste Zerrüttung und Schwächung des Gesteinszusammenhaltes annehmen müssen.

Die hydrologischen Eigenschaften der Hilsmulde sind gegeben durch den mehrfachen Wechsel von durchlässigen und undurchlässigen Schichten und durch deren Lagerungsweise, weshalb allen Grundwasserbewegungen im Hils eine außerordentliche Gesetzmäßigkeit zukommt.

Ueber einer Reihe undurchlässiger Gesteine, nämlich der bituminösen Mergelkalke des Purbeck und der festen Tone des Weald und Neokom folgt der stark durchlässige, bald mürbe, bald kieselige und selbst quarzitische Hilssandstein, dessen Mächtigkeit im Durchschnitt 80 m beträgt. Er wird überlagert von dem nur wenige Meter mächtigen, aber vollständig undurchlässigen *Minimus*-Ton mit *Belemnites minimus*. Darüber folgt mit 100 m Mächtigkeit der eigentümlich kieselig-sandig-mergelige Flammenmergel, der zu einem dichten tonigen Grus zerfällt und so den Charakter eines fast undurchlässigen Gesteins annimmt. *Minimus*-Ton und Flammenmergel sind in der folgenden Darstellung vielfach nicht unterschieden, da der *Minimus*-Ton morphologisch gar nicht hervortritt. Darüber folgen in einer Mächtigkeit von etwa 180 m cenomane und turone Kalke und Mergelkalke, die in ihrer Gesamtheit einen sehr durchlässigen Komplex darstellen.

Gegenüber dieser verschiedenen Durchlässigkeit im Innern der Hilsmulde ist der Außenrand sehr eintönig, indem hier fast ausschließlich die undurchlässigen Tone und Mergel des Jura und der unteren Kreide anstehen. Nur in der Gegend von Holzen, wo der Zug des Ith an den Hilskamm stößt, treten stark durchlässige Schichten des oberen Jura von Westen an den Hilskamm heran. In diesen Jurakalken, die besonders in der nordwestlichen und nordöstlichen Nachbarschaft der Hilsmulde verbreitet sind, macht sich sofort ein anderer Typ der Quellentstehung geltend.

Es ist hervorzuheben, daß im Hils die verschiedene Durchlässigkeit der Schichten und damit ihr ganz verschiedenes Verhalten gegenüber den abtragenden Kräften zu einer großen Uebereinstimmung zwischen den petrographisch-stratigraphischen Grenzen und den Oberflächenformen geführt hat, so daß sich die Tektonik, d. h. der so regelmäßige Muldenbau, klar in den Bergformen ausprägt. Auf einem großen Teil der Innenseite des Hilskammes fällt die Oberfläche annähernd mit der Oberfläche des Hilssandsteins zusammen. Der poröse Hilssandstein saugt alles Wasser an und verhindert so mit dem oberflächlichen Abfluß auch fast alle Erosion. Der Flammenmergel jedoch, der, nur wenig durchlässig, das Niederschlagswasser zum oberflächlichen Abfließen nötigt, verfällt einer viel rascheren Abtragung, die dort besonders intensiv ist, wo die ganze Erosionswucht der in dem Hilssandstein angesammelten Wassermassen bei ihrem Austritt aus dem Hangenden des Sandsteins auf den Flammenmergel stößt und so ein relativ rasches Zurückweichen der Flammenmergelformen entlang der persistenten Hilssandsteinoberfläche verursacht. Die Flammenmergelhöhen, die, zu einem Kranze gereiht, sich im Innern der Hilsmulde erheben, besitzen daher alle eine ganz ungleichmäßige Gestalt. Auf ihrer Innenseite, d. h. dem Abhang, der dem Zentrum der Hilsmulde zugekehrt ist, sind sie von zahlreichen Wasserrissen durchschnitten, und ihre reichbewegte Oberfläche unterscheidet sich in nichts von den Oberflächenformen schwer durchlässiger, mäßig widerstandsfähiger Gesteine. Ihre Außenseite dagegen besteht aus kliffartigen, geradlinig verlaufenden Steilböschungen, die durch den Angriff der an ihrem Fuß entspringenden Hilssandsteinwässer beständig als solche erhalten bleiben.

Die Oberflächenformen sind also im Hils vielfach ein genaues Abbild auch der Grundwasserverhältnisse und gesetzmäßig mit ihnen verknüpft, wie sie andererseits auch die Grundwasserverhältnisse wieder in grundlegender Weise beeinflussen. Doch sind die Oberflächenformen in die Betrachtung nur dort mithereinbezogen, wo es sich um die Entwicklungsgeschichte der Grundwasserverhältnisse und damit der Quellen handelt, da diese, bei gleichbleibenden petrographischen und tektonischen Verhältnissen, ja vor allem anderen eine Funktion der Formveränderung des Grundwasserträgers oder, was dasselbe sagt, der Veränderungen der Oberflächenformen ist.

Die jährliche Regenhöhe im Hilsgebiet beträgt nach der Regenkarte von Hellmann [1]) 80—90 cm.

## Die Quellen im Innern der Hilsmulde.

Die Quellwässer im Innern der Hilsmulde entstammen zum allergrößten Teil den beiden durchlässigen Schichten, dem Hilssandstein und der Reihe der Cenoman- und Turonkalke. Die Grund- oder vielmehr Schichtwasserhorizonte liegen also im Hils in zwei Stockwerken übereinander. Der größte Teil der Quellen gehört dem Hilssandstein an, wie schon dessen größere Verbreitung erwarten läßt. Wenige Quellen von untergeordneter Bedeutung treten aus der Schuttbedeckung des Flammenmergels zutage.

### Die Quellen des Hilssandsteins.

Dem Hilssandstein entströmen an drei Stellen Quellen: aus seinem Liegenden, aus seinem Hangenden und aus der durch Erosion freigelegten Mitte des Schichtkörpers (s. die Profile auf Taf. III). Bei der eigentümlichen Lagerung des Hilssandsteins ergibt sich daraus der Charakter als Ueberfallquelle,

1) K. Keilhack, Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde. Berlin 1912. taf. 1.

als Stauquelle und als gewöhnliche Grundwasserquelle. Die Ueberfallquellen haben es mit den gewöhnlichen Grundwasserquellen gemeinsam, daß sie reines Hilssandsteinwasser liefern, da ihr Einzugsgebiet ganz im Hilssandstein liegt. Trotz dieser engen Verwandtschaft werden sie doch im Zusammenhang der am Außenrand des Hils abfließenden Wässer aufgeführt werden, da sie fast regelmäßig durch Schutt verlegt sind, so daß ihre ursprünglichen Eigenschaften vielfach nur noch verschwommen zum Ausdruck kommen und sie zahlreiche Uebergänge zu den reinen Schuttgrundwasserquellen der Außenseite darstellen. Im Gegensatz zu den Ueberfall- und Grundwasserquellen besitzen die Stauquellen durch die unmittelbare Nachbarschaft des Flammenmergels kein so einheitliches Einzugsgebiet, weshalb sie zu einer besonderen Klasse zusammengefaßt wurden.

Wenn man von den Ueberfallquellen absieht, deren Ergiebigkeit, wie zu erwarten steht, nur einen kleinen Teil der übrigen Hilssandsteinwässer ausmacht, so ist die Entwässerung im gesamten Hilssandsteingebiet und auch in den jüngeren Kreideschichten zentripetal, nach der Mitte der Mulde gerichtet, mit alleiniger Ausnahme der Strecke zwischen dem Burgberg und dem Rohnberg, wo auch der zwischen der Muldenachse und dem Außenrand liegende Gebirgsteil seine Wässer unmittelbar aus dem Hils hinausleitet. Ursache dieses abweichenden Verhaltens ist das besonders steile Einfallen. Die Quellen dieses Abschnittes gehören daher sämtlich zur Außenseite des Hilses und werden in diesem Zusammenhang erörtert werden.

Es folgen zunächst die Quellwässer der zentripetalen Entwässerung:

**Quellen aus Hilssandstein.**

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I. Grundwasserquellen. | | | | | |
| 1 | Am Fangweg | 27. 9. 12 | 6,5 | 8,0 | 0,90 | 11,0 | [1] |
| | | 16. 10. 12 | 8,8 | 7,3 (8,0) | 1,0 | 7,0 | |
| | | 24. 10. 12 | 4,8 | 8,2 (7,7) | 0,92 | — | |
| | | 2. 4. 13 | 11,2 | 6,5 | 1,04 | 11,0 | |
| | | 13. 4. 13 | 1,2 | 6,4 | 1,0 | — | |
| 2 | Am Kümmerlichestieg | 27. 9. 12 | 7,8 | 7,2 | 0,9 | 12,0 | |
| | | 11. 10. 12 | 5,6 | 7,0 | 0,9 | — | |
| | | 24. 10. 12 | 5,0 | 7,1 | 0,91 | — | |
| | | 2. 4. 13 | 7,0 | 7,0 | 0,93 | — | |
| | | 13. 4. 13 | —2,2 | 6,6 | 0,91 | — | |
| 3 | Hangquelle am Kümmerlichestieg | 11. 10. 12 | 5,6 | 7,3 | 1,15 | — | An der linken Talböschung 6 m über dem Spiegel des Baches |
| | | 2. 4. 13 | 6,0 | 7,5 | 1,0 | 1,7 | |
| 4 | An der alten Meilerstätte zwischen Tressiek und Nöllenhorst | 24. 4. 13 | 13,6 | 6,0 | 0,90 | 0,2 | |
| 5 | Oberhalb des Hainbruches an der Straße | 28. 9. 12 | 12,2 | 8,5 | 0,90 | 0,25 | |

1) Die Signatur ○ bezeichnet die Beobachtungsstelle an dem Gewässer. Die Striche, die diese Signatur verbinden, geben die Konfiguration der Quellen und Wasserläufe an. Rechts und links sind dabei der Raumersparnis halber nicht auseinandergehalten. Tritt ein Wasserlauf aus dem Bereich der Untersuchung, so ist der ihn darstellende Vertikalstrich durch einen Querstrich abgegrenzt.

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | II. Stauquellen. | | | | |
| 6 | 1. Quelle am Westausgang von Delligsen nördlich der Straße | 3. 4. 13 | 13,0 | 8,6 | 1,95 | 0,5 | |
| | | 15. 4. 13 | 1,4 | 8,2 | 1,65 | 0,8 | |
| 7 | 2. Quelle am Westausgang von Delligsen nördlich der Straße | 3. 4. 13 | 13,0 | 8,6 | 1,90 | 0,5 | |
| | | 15. 4. 13 | 1,4 | 8,2 | 1,59 | 1,0 | |
| 8 | Ueberlauf der Wasserleitung am Drachenhohl | 1. 10. 12 | 13,0 | — | 0,9 | — | Versiegt nach 20 m langem Lauf im Schutt |
| | | 12. 4. 13 | 0 | 5,0 | 1,02 | 0,5 | |
| 9 | 50 m unterhalb[1]) | 1. 10. 12 | 12,9 | 10,4 | 1,53 | 0,5 | Identisch mit dem oben versiegten Wasser |
| | | 12. 4. 13 | 0 | 6,2 | 1,40 | 0,5<[2]) | |
| 10 | Hinter dem Forstamt Grünenplan | 1. 10. 12 | 13,0 | 8,8 | 0,98 | 1,5 | Die Quelle liegt schon im Flammenmergel |
| | | 12. 4. 13 | 0,5 | 4,4 | 1,02 | 1,5 | |
| 11 | Im westlichen Straßenknie, 150 m nördlicher obiger Quelle | 1. 10. 12 | 13,0 | 10,5 | 2,16 | 0,1 | |
| | | 12. 4. 13 | 2,2 | 2,6 | 1,65 | 0,01< | |
| 12 | Im Rehbeutel, Ostquelle | 1. 10. 12 | 13,0 | 8,9 | 1,48 | 0,25 | |
| | | 12. 4. 13 | 2 | 4 | 1,65 | 0,05< | |
| 13 | Stahlquelle | 1. 10. 12 | 13,5 | 8,8 | 2,55 | 0,18 | |
| | | 23. 10. 12 | 5,5 | 8,0 | 2,68 | — | |
| | | 12. 4. 13 | 1,0 | 5,0 | 2,16 | 0,1 | |
| 14 | Im Rehbeutel 1. (untere) Westquelle nahe dem Pavillon | 1. 10. 12 | 12,9 | 9,2 | 0,98 | 1,0 | |
| 15 | Im Rehbeutel obere (2.) Westquelle | 1. 10. 12 | 13,0 | 8,3 | 0,98 | 1,5 | |
| | | 12. 4. 13 | —1,2 | 4,5 | 1,02 | 0,2< | |
| 16 | Der vereinigte Bach an der Straße | 12. 4. 13 | — | — | 1,52 | 28 | Nach 70 m langem Lauf in Flammenmergel |
| 17 | Ueberlauf der Grünenplaner Wasserleitung in der Mattheide | 27. 9. 12 | 6,7 | 7,8 | 0,95 | 2,5 | Die Wasserleitung ist infolge von Bauarbeiten nicht in Betrieb |
| | | 15. 10. 12 | 8,8 | 7,3 | 1,02 | — | |
| | | 23. 10. 12 | 4,0 | 7,5 | 0,95 | — | |
| | | 13. 4. 13 | —2,0 | 6,2 | 1,15 | 0,1 | Wasserleitung in Betrieb |
| 18 | Der von der Mattheide herabkommende Bach im Wiesental nordwestlich Grünenplan | 1. 10. 12 | 14,5 | 10,0 | 1,28 | 11 | Der Bach ist 500 m entlang der Grenze Hilssandstein-Flammenmergel geflossen |
| 19 | In der Glasebachwiese | 11. 10. 12 | — | — | 1,02 | — | |
| 20 | Am Hilsbornteich | 27. 9. 12 | 10,0 | 8,0 | 0,90 | 25 | |
| | | 25. 10. 12 | — | — | 1,05 | — | |
| | | 13. 4. 13 | —2,3 | 4,5 | 1,0 | — | |
| 21 | Dornbachquelle | 27. 9. 12 | 8,0 | 7,0 | 1,96 | 0,3 | Höhe 320 m |
| | | 13. 4. 13 | —0,5 | 6,4 | 2,55 | 0,25< | |
| 22 | Dornbach 50 m unterhalb der obersten Quelle | 17. 10. 12 | 9,0 | 7,5 | 2,55 | 0,2< | Höhe 275 m |

1) Alle Beziehungen der Ortsangabe in den Tabellen gelten dort, wo das Objekt der Beziehung nicht genannt ist, hinsichtlich der in der Tabelle unmittelbar vorher erwähnten Oertlichkeit.

2) Das Zeichen < hinter der Ergiebigkeitsangabe der Quelle bedeutet, daß die Quelle zwar an der Stelle, wo die Messung erfolgt, diese Ergiebigkeit besaß, daß aber der Wasserlauf unmittelbar darauf eine deutliche Zunahme der Ergiebigkeit zeigt.

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad | Härte | Ergiebigkeit in sec. l. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | Oberste Quelle im Wellenspring am Fuß des Hohen Kamp | 27. 9. 12 | 7,5 | 7,0 | 3,33 | 0,5 < ○ | Höhe 230 m |
| 24 | Oberste Quelle im eigentlichen Quellrevier des Wellenspring | 17. 10. 12 | 9,0 | 7,8 | 0,9 | 0,6 < ○ | Höhe 215 m |
| 25 | Wellenspring obere starke Quelle in der Schneise | 17. 10. 12 | 8,9 | 7,5 | 0,65 | 30 ○ | Höhe 214 m |
| 26 | Wellenspring Bohrlochquelle | 23. 4. 13 | 15,0 | 7,2 | 0,9 | 60 ○ | Höhe 204 m |
| 27 | Im Burggrund oberstes zutage tretendes Wasser | 28. 9. 12 | 8,2 | 6,8 | 1,65 | 0,25 < ○ | Höhe 310 m |
| 28 | Burggrund: 440 m unterhalb | 28. 9. 12 | — | — | 1,60 | — ○ | Höhe 230 m |
| | | 23. 4. 13 | 11,0 | 5,8 | 0,90 | 0,3 | |
| 29 | Burggrund: an der Abzweigung des Vorwohler Stiegs | 28. 9. 12 | 11,0 | 8,0 | 1,15 | 0,75 ○ | Höhe 212 m |
| | | 18. 10. 12 | 7,0 | 7,3 | 0,9 | — | |
| | Etwas tiefere Quelle | 23. 4. 13 | 11,2 | 7,0 | 0,90 | 4,0 ○ | Höhe 210,5 m |
| 30 | Bei der Einmündung in die Wispe | 28. 9. 12 | 13,0 | 9,0 | 1,65 | 30 ○ | Höhe 160 m |
| | | 23. 4. 13 | — | — | 1,65 | 25 | |
| 31 | Am Westhang des Tressiek | 28. 9. 12 | 11,4 | 8,0 | 3,26 | 0,10 ○ | (Höhe 230 m) |
| 32 | Westlich des Nöllenhorst. Hauptquelle am Wegübergang. | 28. 9. 12 | 13,3 | 8,9 | 1,02 | 23 ○ | (Höhe 210 m) |
| | Dieselbe im Quelldickicht | 23. 4. 13 | 9,3 | 6,0 | 1,02 | 6 < | |
| 33 | Im Hainbruch. Moorquelle; beim Eintritt in die Wispe | 28. 9. 12 | 12,1 | 8,5 | 1,65 | 15 ○ | (Höhe 215 m) |
| | | 24. 4. 13 | — | — | 1,2 | 20 ○ | |
| 34 | Zwischen Menschen- und Häherhorst am oberen Rand des Hangmoors hart am Häherhorst | 28. 9. 12 | — | — | 1,40 | 0,25 < ○ | Höhe 219 m |
| 35 | Am oberen Rand des Hangmoors in der Mitte | 28. 9. 12 | 8,0 | 8,0 | 0,90 | 3,0 < ○ | Höhe 215 m |
| 36 | Moorquelle in der Mitte des Hangmoors | 28. 9. 12 | — | — | 1,08 | 5,0 ○ | Höhe 207 m |
| 37 | In einem Entwässerungsgraben im Westen des Hangmoors | 28. 9. 12 | 8,0 | 8,1 | 1,12 | 2,0 ○ | Höhe 208 m |
| 38 | Der Hauptbach beim Eintritt in die Wispe | 28. 9. 12 | 10,1 | 8,1 | 1,23 | 19,5 ○ | Höhe 198 m |
| | | 24. 4. 13 | — | — | 1,15 | 16,0 | |
| 39 | Oestlich vom Häherhorst | 30. 9. 12 | 9,7 | 7,6 | 1,18 | 5 ○ | Höhe 228 m. Die Quelle liegt in der Mitte des Hangmoors |
| 40 | Beim Eintritt in die Wispe | 24. 4. 13 | — | — | 1,27 | 3 ○ | Höhe 210 m |
| 41 | In den Büschen. Am Kuckuck | 30. 9. 12 | 11,0 | 7,3 | 0,90 | 10,0 ○ | Höhe 237 m |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 42 | 150 m östlich an dem benachbarten Hügel | 30. 9. 12 | 11,5 | 9,2 | 1,53 | 0,75 | Höhe 225 m |
| 43 | Der vereinigte Bach zwischen den beiden Flammenmergelhügeln | 30. 9. 12 | 11,5 | 8,8 | 1,08 | 12 | Höhe 225 m |
| 44 | Derselbe Bach 150 m unterhalb beim Eintritt in die Wispe | 24. 4. 13 | — | — | 1,27 | 12 | Höhe 218 m |
| 45 | 1. Quelle im Talgrund nahe der Wispe | 24. 4. 13 | 10,6 | 7,2 | 0,92 | 8 | Höhe 240 m |
| 46 | 2. Quelle im Talgrund nahe der Wispe | 24. 4. 13 | 14,0 | 7,2 | 0,95 | 35 | Höhe 240 m |
| 47 | Wespenborn | 30. 9. 12 | 10,5 | 7,7 | 1,28 | 3 | Höhe 266 m |
| | | 24. 4. 13 | 14,5 | 7,0 | 1,20 | 3 | |

III. Quellen im Flammenmergel.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 48 | Hangquelle am Holzberg westlich Grünenplan (im Glasebachtal) | 2. 4. 13 | 8,3 | 7,2 | 5,2 | 1,1 | Liegt unterhalb des neu angelegten Sammelbeckens der Wasserleitung |
| 49 | Bach an der „Schneppel", südwestlich Grünenplan | 17. 4. 13 | 8,9 | 6,3 | 4,1 | 0,5< | |
| 50 | Bohrlochquelle an der Steinbreite | 16. 10. 12 | 6,0 | 9,1 | 1,30 | 1,9 | |
| | | 25. 10. 12 | — | — | 1,80 | — | |
| | | 17. 4. 13 | 9,0 | 9,2 | 1,40 | 3(?) | |
| 51 | An den Talsköpfen | 27. 9. 12 | 10,2 | 8,0 | 2,06 | 1,0 | |
| | | 17. 4. 13 | 14,4 | 7,0 | 2,42 | 0,4< | |
| 52 | Bach am Hüttenweg | 27. 9. 12 | 9,0 | 7,3 | 1,90 | 0,3 | |
| | | 17. 10. 12 | 9,5 | 8,0 | 1,73 | 0,2 | |
| | | 13. 4. 13 | —1,0 | 4,0 | 1,90 | 0,3 | |
| 53 | Am Osthang des Sundern | 23. 4. 13 | 11 | 5,8 | 2,94 | 0,25 | |
| 54 | Am NO-Hang des Tressiek | 28. 9. 12 | 13 | 9 | 2,94 | 0,25 | |
| | | 23. 4. 13 | 10,0 | 7,1 | 2,81 | 0,15< | |
| 55 | Im Löhningsfeld: Quelle am SO-Hang der Hühnenburg | 30. 9. 12 | 13,0 | 7,9 | 4,55 | 0,25< | Höhe 290 m |
| 56 | Seitenquelle von links, 250 m unterhalb | 30. 9. 12 | 12,9 | 9,0 | 4,52 | 0,75< | Höhe 278 m |
| 57 | Derselbe Bach an der Einmündung in die Wispe | 24. 4. 13 | — | — | 4,25 | 3,5 | Höhe 255 m |
| 58 | Wispe 50 m unterhalb | 30. 9. 12 | 12,8 | 8,8 | 2,17 | 7,0 | Höhe 245 m |
| 59 | Am Nordausgang von Kaierde | 30. 9. 12 | 9,8 | 9,7 | 10,32 | 0,75 | Tritt aus Kalktuff aus |
| | | 18. 10. 12 | versiegt | | | | |
| | | 15. 4. 13 | 8,0 | 7,0 | 11,07 | 0,75 | |
| 60 | Am Feldweg nördlich von Kaierde[1]) | 15. 4. 13 | 8,0 | 8,2 | 11,52 | 45,0 | Tritt aus Kalktuff aus |

1) Diese sehr ergiebige Quelle ist weder auf der geologischen noch auf der topographischen Spezialkarte eingezeichnet.

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | Quellengruppe bei der Wasserleitung für Kaierde; 1. Quelle | 15. 4. 13 | 17,0 | 8,2 | 11,22 | 1,0 | |
| | 2. Quelle | 15. 4. 13 | 17,0 | 8,2 | 11,22 | 5,0< | |
| | 3. Quelle | 15. 4. 13 | 15 | 8,0 | 11,38 | 0,5< | |
| | 4. Quelle | 15. 4. 13 | 15 | 8,0 | 11,22 | 1,0 | |
| 62 | Sammelbecken für die neue Wasserleitung Delligsen | 3. 4. 13 | 11,5 | 9,0 | 6,71 | 83 | Das untersuchte Wasser wurde nicht aus dem etwa 100 qm großen Sammelbecken entnommen, sondern unmittelbar an den Stellen, wo es aus den Klüften des Flammenmergels hervorsickert |
| | | 15. 4. 13 | 5,0 | 9,0 | 7,55 | 85 | |
| 63 | Kleine Quelle bei der benachbarten Schleifmühle | 3. 4. 13 | — | — | 7,15 | 0,1 | Das Wasser entspricht nach Beschaffenheit, Herkunft und Auftreten genau dem der obigen Quelle |
| 64 | Brunnenstube westlich Delligsen | 30. 9. 12 | 8,1 | 10,0 | 5,87 | 0,25 | Steht in Plänerschutt |
| | | 3. 4. 13 | 11,0 | — | 8,3 | 0,15 | |
| | | 15. 4. 13 | 3,0 | 8,1 | 7,9 | 0,16 | |
| 65 | Brunnen bei der Schleifmühle in Markeldissen | 3. 4. 13 | 11,0 | 8,3 | 8,70 | 0,3 | Das Wasser tritt aus dem aufgeschütteten Damm der Chaussee Delligsen-Grünenplan aus |

## Anordnung der Quellen.

Das Auftreten von Grundwasserquellen innerhalb des Hilssandsteins zeigt die beschränkte Durchlässigkeit dieses Gesteins. Die Bewegung des Wassers ist im Hilssandstein so sehr verlangsamt, daß es dort zum Austritt an die Oberfläche gezwungen wird, wo in einem größeren Sammelgebiet stärkere Grundwasserströme entstehen. Dieser Schichtwasseraustritt infolge des für die größeren Wassermengen nicht mehr genügenden Durchflußquerschnittes des Schichtwasserträgers findet eigentümlicherweise nur in dem nordwestlichen Bogen der Hilsmulde statt, während in dem südlichen Bogen das Schichtwasser in ganz außerordentlich regelmäßiger Weise am Aufstau durch den *Minimus*-Ton und Flammenmergel zutage tritt. Das Hilssandsteingebiet im SO ist zwar etwas weniger ausgedehnt als im NW; aber doch vermag dieser Größenunterschied nicht das so ganz verschiedene Auftreten der Quellen zu erklären. Es ist daher wahrscheinlich, daß in dem offenbar stärker dislozierten Nordwesten eine größere Inhomogenität des Hilssandsteinmaterials das Zustandekommen starker Grundwasserströme in einzelnen Regionen größerer Durchlässigkeit — vermutlich radialen Kluftsystemen — begünstigt, und daß dadurch das frühe Austreten starker Grundwasserströme gerade in dieser Gegend zu erklären ist.

Auffallend ist die Lage der nördlichen Hangquelle am Kümmerlichestieg (Fig. 3). Sie liegt 6 m über dem Spiegel des nahen Baches und ist ein Beweis dafür, daß dem Hilssandstein unter Umständen doch die Fähigkeit zukommt, die in ihm zirkulierenden Wasserströme zu ganz bestimmten, von der Oberflächenform unabhängigen Richtungen ihres Laufes zu veranlassen. Ob hier eine lokale Veränderung des Gesteinscharakters oder Verwerfungsinhomogenitäten die Ursache sind, läßt sich nicht entscheiden. Bemerkenswert ist die deutlich sichtbare periodische Rückwärtsverlegung dieser Quellen am Hang. Der

heutige Quellpunkt liegt zugleich 0,4 m über dem letzten, der seit längerer Zeit nicht mehr benutzt und vom Gehängeschutt schon wieder überdeckt ist, während eine dritte und noch ältere Quellnische, die um mehr als einen Meter tiefer liegt, in noch höherem Maße durch den Gehängeschutt wieder aufgefüllt wurde. Am leichtesten wäre diese Rückwärtsbewegung der Quellnische zu erklären durch die Annahme, daß sie nur scheinbar ist, und daß die in den Gehängeschutt eingeschnittenen Quellnischen mit dem Gekriech beständig hangabwärts wandern. Der Grundwasserstrom, der immer an derselben Stelle in den Bereich des Gekriechs übertritt, erleidet hier eine Knickung, der er bis zu einem gewissen Grade zu folgen imstande ist. Dann aber bricht das Wasser auf kürzerem Wege sich wieder Bahn zur Oberfläche und es entsteht ein neuer, scheinbar höher liegender Quellaustritt.

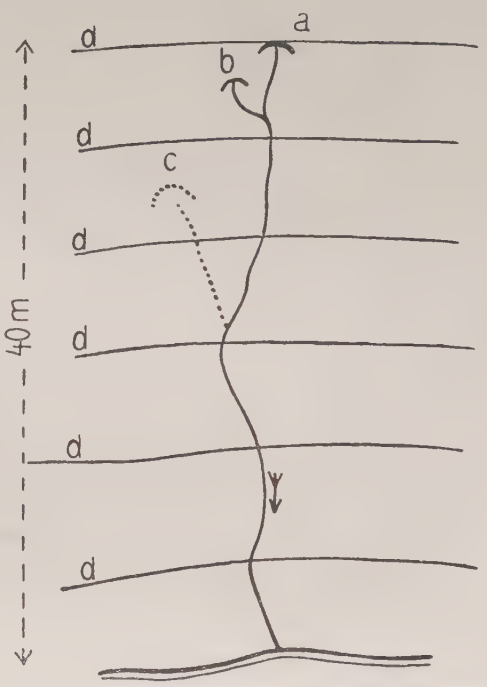


Fig. 3. a heutige Quellnische, b verlassene Quellnische, c alte Quellnische, d Höhenlinien im Abstand von 1 m.

Jedenfalls dürfen wir aus solchen oberflächlichen Verlegungen des Quellaustrittes nicht auf Aenderungen im Verlauf des Grundwasserstromes schließen. Es wäre ja wohl denkbar, daß infolge von Lösungswanderungen und Lösungsausscheidungen der Grundwasserstrom sich selbst den Weg versperrt und so zu Abbiegungen gezwungen wäre. Nun ist der Hilssandstein ganz durchsetzt von roten Durchsinterungsbändern; aber das rotfärbende Gel ist den einzelnen Sandsteinkörnern überall in so dünnem Ueberzug aufgetragen, daß es wohl nirgends die Durchlässigkeit des Gesteins und der Klüfte erheblich verringern kann.

Die beiden zuletzt angeführten reinen Grundwasserquellen an der alten Meilerstätte beim Tressiek (No. 14) und oberhalb des Hainbruchs (No. 15) hängen mit dem etwas unterhalb austretenden Hauptschichtwasserstrom zusammen. Die Ursache, warum dieser schon so frühe Abzweiger an die Oberfläche entsendet, hängt hier wahrscheinlich mit einem abweichenden lokalen Gesteinscharakter zusammen. Möglich ist es auch, daß hier eine Verwerfungskluft den Hilskamm senkrecht durchschneidet und den Grundwasseraustritt erleichtert. An der Quelle bei der Meilerstätte, die auch auf Radioaktivität untersucht wurde, weist der fontaktoskoptische Befund auf eine derartige Ursache. Im übrigen sind diese beiden Quellen grundsätzlich kaum von den Stauquellen unterschieden, zu denen die unter den Stauquellen aufgeführte Quelle am oberen Rande des Hangmoors zwischen Menschen- und Häherhorst einen Uebergang bildet, und man könnte sie ebenso gut als „Stauquellen mit abnormer Lage der Austrittsstelle“, wie als reine Grundwasserquellen bezeichnen. — Die beiden Quellen im Verein mit der Hangquelle am Kümmerlichesstieg beweisen, daß im Hilssandstein die für die Quellbildung maßgebliche Oberfläche geschlossener Schichtwassermassen ihr Relief nicht bloß durch die Oberflächenform und die tektonische Lagerung des Schichtwasserträgers erhält, sondern daß dieses auch durch Ursachen, die im Gestein selbst liegen, Verschiedenheiten der Dichte und Durchlässigkeit, stark modifiziert werden kann.

Die Bohrlochquellen, die in Flammenmergel liegen und Hilssandsteinwasser liefern, so die Quellen an der Steinbreite (No. 50) und die starke Quelle im Wellenspring (No. 26), zeugen von dem

starken artesischen Druck, unter dem das Schichtwasser in dem von *Minimus*-Ton und den jüngeren Schichten überdeckten Hilssandstein steht; zugleich geben sie einen Beweis dafür ab, daß das eingeschlossene Druckwasser im Hilssandstein nicht in Ruhe beharrt, sondern sich in langsamer Bewegung in der Richtung des Fallens befindet. Das Druckwasser der Quelle an der Steinbreite legt seinen von der Glasebachwiese oder von der Wiese am Hilsbornsteich je etwa 1100 m langen Weg mit einem endgültigen Gefälle von 1 : 39 bzw. 1 : 29 zurück. Nun ist das gesamte Druckwassergebiet in der Mitte der Hilsmulde zwischen Wellenspring und Delligsen bzw. zwischen dem benachbarten Burggrund und Delligsen 3650 m bzw. 3100 m breit. Das Ausstreichende des *Minimus*-Tons liegt dabei im W 105 bzw. 83 m höher als im O, woraus sich ein Gefälle des Druckwassers von 1 : 35 bzw. 1 : 37 ergibt. Man darf wohl mit Sicherheit schließen, daß das in dem Hilssandstein eingeschlossene Druckwasser diesem Gefälle, wenn auch langsam, folgt, da sein Bewegungsimpuls dem Ueberdruck einer Wassersäule von rund 100 m gleichkommt. Außerdem fällt der Hilssandstein auch von O nach W sehr stark gegen die Pforte von Delligsen ein, so daß wir auch hier zur Annahme eines sehr kräftigen Schichtwasserstroms gezwungen sind. Die Betrachtung der Wässer im W und SW von Delligsen liefert uns nun den Beweis, daß hier beträchtliche Austritte von aufsteigendem Hilssandsteinschichtwasser erfolgen. Die Beweise, die sich aus den Temperatur- und Härteverhältnissen der Wässer ergeben, sollen später in anderem Zusammenhang folgen. Hier sei nur auf die ganz außerordentliche Ergiebigkeit der Wasserleitungsquelle südwestlich von Delligsen hingewiesen. Nirgends im Hils überschreitet die Ergiebigkeit der Quellen, deren Einzugsgebiet im Flammenmergel liegt, 1,1 secl, wie dies in vollem Einklang steht mit der minimalen Durchlässigkeit dieses Gesteins. Demgegenüber sollte die Quelle südwestlich Delligsen, die als absteigende Quelle nur Wasser aus Flammenmergel liefern könnte, eine Ergiebigkeit von 85 secl besitzen! Selbst wenn der Flammenmergel in dieser Gegend infolge besonders starker Zertrümmerung und Zerklüftung stärker durchlässig und so das Zustandekommen von Quellen größerer Ergiebigkeit denkbar wäre, so ist doch die außerordentliche Kleinheit des möglichen Einzugsbereiches nicht vereinbar mit der großen gelieferten Wassermenge. Es zeigt das ein Vergleich mit der Quelle nördlich von Kaierde, die bei einem ungefähr 4mal so großen Einzugsgebiet, aus dem überdies fast nichts oberflächlich abfließt, nur etwa halb soviel Wasser liefern würde! Daß das aufsteigende Hilssandsteinwasser im Flammenmergel zutage tritt, hängt vor allem damit zusammen, daß das Sammelbassin für die Wasserleitung im Flammenmergel angelegt wurde und weiterhin auch damit, daß dieses Gebiet sehr stark gestört ist, so daß das Hilssandsteinwasser leicht in die Flammenmergelklüfte eindringen kann, aus denen es jetzt in dem Bassin überall hervorsickert.

Wie als sicher angenommen werden darf, daß auch schon vor Aushebung des Sammelbassin Druckwasser ausgetreten ist, so mengt sich auch heute noch aufsteigendes Hilssandsteinwasser im W von Delligsen den Bach- und Quellwässern bei, wie das später noch im einzelnen zu zeigen sein wird.

So ergibt sich, daß es gerade die mittlere Porosität und Durchlässigkeit des Hilssandsteins ist, die den außerordentlichen Quellenreichtum der Hilsmulde bedingt. Der Hilssandstein ist wohl so durchlässig, daß er fast alles Niederschlagswasser aufzunehmen und zu ausgiebigen Schichtwassermengen aufzusammeln vermag; aber die Leitfähigkeit reicht nicht hin, alles eingedrungene Wasser in der Richtung des Schichtfallens zu dem tiefstliegenden Anschnitt des Wasserträgers bei Delligsen zu leiten. Vielmehr legt nur ein Teil, sehr wahrscheinlich ein kleiner Teil des Schichtwassers, diesen Weg zurück; das meiste fließt an der Stelle über, wo mit der Druckzone die vollständige Ausfüllung der Gesteinsporen mit Wasser beginnt und infolge des doch geringeren Gesamt-

gefälles die Geschwindigkeit des Schichtwasserstromes abnimmt; ja bei einem Teil der Quellen macht sich diese Ueberlastung der Leitfähigkeit des Hilssandsteins auch schon in größerer Entfernung vom *Minimus*-Ton geltend; sämtliche Ueberfallquellen, die später zu behandeln sein werden, verdanken diesem frühzeitigen Austritt des Schichtwassers ihre Entstehung.

Was das Alter der einzelnen Quelltypen in der Hilsmulde anlangt, so stellen die Stauquellen den ältesten Typus dar; sie waren der einzige Quelltypus im Hilssandsteingebiet, als *Minimus*-Ton und Flammenmergel durch die Erosion noch so wenig abgedeckt waren, daß in dem nur wenig entblößten Hilssandstein nirgends so große Einzugsgebiete entstanden, daß die Fähigkeit des Sandsteins zur Weiterleitung der sich ansammelnden Wassermassen nicht ausgereicht hätte; der Endzustand wird der sein, daß umgekehrt keine Stauquellen, sondern nur noch reine Grundwasserquellen vorhanden sind; der heutige Zustand steht in der Mitte und zeigt, wie allmählich die Stauquelle durch den Typus der reinen Grundwasserquelle verdrängt wird.

Im Gegensatz zum Hilssandstein finden wir in den beiden ihn überlagernden petrographischen Schichtreihen extreme Durchlässigkeitswerte: der Flammenmergel ist annähernd gar nicht, die Reihe der Cenoman- und Jurakalke infolge ihrer Zerklüftung stark durchlässig und von großer Wasserkapazität.

Daher ist die Lage der Quellen im Flammenmergel ohne Beziehung zur Tektonik, und nur durch die Oberflächenformen dort gegeben, wo der Oberflächenschutt infolge konvergierenden Gefälls den geringen, in ihm verlaufenden Schuttgrundwasserströmen größere Konzentration verleiht.

In den scherbigen Cenoman- und Jurakalken dagegen folgen die eingesickerten Wässer mühelos und daher sehr exakt dem Fallen der undurchlässigen Unterlage. Deshalb besitzen die beiden Verbreitungsgebiete der Kalke nur je eine Austrittsstelle der beträchtlichen, in ihnen angesammelten Wassermassen, dort nämlich, wo das Tiefste der Muldenachse durch die Erosion freigelegt ist. Und zwar liegen die beiden Quellen an ihrer heutigen Stelle schon seit dem Zeitpunkt, an dem die Wispe bei ihrer Durchquerung der Hilsmulde sich bis zu diesem Niveau eingenagt hatte. Spätere Veränderungen fanden bis heute nur in der Weise statt, daß das Einzugsgebiet der beiden Quellen infolge des Zurückweichens der Berghänge beständig verkleinert wurde, ohne daß dadurch der Charakter der Quellen beeinflußt worden wäre.

## Die Form der Quellen.

Bezeichnend für die Form des inmitten der Schicht erfolgenden Austritts der Grundwasserströme ist es, daß sich die einzelnen Austrittsstellen auf eine große horizontale Erstreckung verteilen. Der Grundwasserstrom und die Erdoberfläche schneiden sich in diesen Fällen unter einem sehr spitzen Winkel. Die Quellen der Hilsmulde zeigen deutlich, wie das Maß dieses Winkels in Verbindung mit der Beschaffenheit der Erdoberfläche die Form der Quellen grundlegend bestimmen. Je stumpfer der Winkel wird, unter dem sich der Schicht- und Grundwasserstrom mit der Erdoberfläche schneidet, um so genauer bestimmt und um so enger beschränkt ist die Stelle, an der die Wasseraustritte erfolgen. Um so gleichgültiger wird zugleich der Charakter der oberflächlichen Verwitterungsschicht, innerhalb der meist der Uebertritt geschieht. Deswegen finden wir bei dem flachen Ausstreichen von Grund- und Schichtwasserströmen keine einzelnen, festumgrenzten Quellen, sondern ausgedehnte Quellbereiche, in denen die Grundwasseroberfläche nahezu mit der Erdoberfläche zusammenfällt. Die Lage der einzelnen Quellen innerhalb des Quellbereichs ist mehr oder weniger zufällig und heute meist durch menschliche Eingriffe vorgezeichnet.

Die Ausdehnung dieser Quellreviere ist in dem stark zerschnittenen NW, wo sie mit der Sohle

der Täler zusammenfällt, schmal und eng; beim Fangweg and am Kümmerlichestieg liegen die einzelnen Quellen zu einer Linie aufgereiht. Hier nimmt, wie auch sonst vielfach, die Wassermenge des betreffenden Baches nach unten hin auch dort ganz allmählich zu, wo keine eigentlichen Quellen am Bach liegen, da eben der Grundwasserstrom in das Bachwasser übergeht, ohne daß äußerlich etwas davon zu bemerken ist.

In allen übrigen Fällen folgen die Quellreviere der Grenze des *Minimus*-Tons in der Weise, daß sie die zurückspringenden Winkel, die die Verbreitung des *Minimus*-Tons bildet, abschneiden. Sie besitzen daher alle mehr oder weniger dreieckige Gestalt. Meist sind sie durch Hangmoore bezeichnet.

Die meisten Quellen größerer Ergiebigkeit besitzen eine Quellnische, eine Oberflächenform, die der plötzlichen Zunahme der Erosionskraft des Wassers beim Uebergang von dem weitverzweigten und sehr langsam fließenden Grundwasserstrom zu dem frei dahinfließenden Oberflächenwasser entspricht. Die ständige Durchfeuchtung und Auflockerung des $Ge_s$teins in der Nähe der Quelle macht diesen Unterschied noch wirksamer. Immer fällt der Ort der Quellnische mit einer Stelle größerer Festigkeit des Gesteins oder des Erdreichs zusammen. Entweder finden wir harte, wenig zerklüftete Gesteinsteile, oder aber große Wurzeln, die sich als Damm vor die Quellöffnung legen und oft durch das ausfließende Wasser zur Hälfte geradezu durchsägt erscheinen. Hier fand die rückschreitende Erosion des Oberflächenwassers einen Widerhalt.

Wo freilich die Erdoberfläche am Quellaustritt nur ein sehr geringes Gefälle besitzt, wie bei ben beiden artesischen Quellen, die beide im Talgrunde erbohrt wurden, kann sich auch bei großer Ergiebigkeit keine eigentliche Quellnische bilden. Hier entstehen dafür senkrechte Quelltrichter.

Auch die Quellen geringer Ergiebigkeit können natürliche Quellnischen bilden, so z. B. die beiden westlichen Quellen im Rehbeutel. Meist aber reicht ihre Erosionskraft nicht dazu aus, und sie bilden nur feuchte und morastige Stellen von wechselndem Umfang, denen ein kleiner Bach entströmt, ohne daß genau angegeben werden könnte, wo nun der Ursprung dieses Baches anzusetzen ist. Aus diesem Grunde sind die meisten kleineren Quellen nicht mehr in ihrem natürlichen Zustand erhalten, sondern durch menschliche Eingriffe wurde ein Quelltümpel geschaffen, aus dem das Quellwasser in einen künstlich ausgehobenen Kanal abgeleitet wird.

Alle beträchtlichen Grund- und Schichtwasseraustritte, etwa von 1,5 secl. an, sind noch gekennzeichnet durch die Beständigkeit des Quellortes, der bei allen Schwankungen in der Ergiebigkeit derselbe bleibt. Bei den allermeisten Uebertritten von Schuttgrundwasser an die Oberfläche handelt es sich dagegen nicht um eigentliche festumgrenzte Quellen. Die Schuttgrundwässer auf undurchlässigem Gestein treten im Hils niemals am Hang, sondern immer auf der Sohle der Taleinschnitte im Schutt der Bachbette aus, und zwar wechselt die Lage der Austrittsstelle sehr stark mit der Wasserführung. Beständige Quellorte finden wir im oberflächlichen Verwitterungsschutt nur dort, wo, wie dies besonders im Wiesenland geschieht, ein künstlicher Quelltümpel geschaffen ist, zu dem hin unter Umständen das ganze Gelände drainiert ist. Doch wurden Drainagewässer in die Untersuchung im allgemeinen nicht mit hereinbezogen.

Auffallend ist der Unterschied in der Form der beiden starken Quellen nordwestlich und südöstlich von Kaierde. Die erstere hat sich eine sehr ansehnliche Kalktuffterrasse vorgelagert, die der Quelle im SO vollständig fehlt, obwohl diese dasselbe Wasser aus einem ganz entsprechenden Einzugsgebiet liefert. Die etwas größere Ergiebigkeit der einen Quelle dürfte die Kalktufflieferung kaum irgendwie erklären. Eine spätere Abtragung der früher einmal abgelagerten Kalktuffe ist auch hier nicht denkbar, da das Tal der Wispe bei Kaierde auf beiden Seiten genau entsprechende

Böschungsverhältnisse aufweist. So bleibt als letzte Erklärung nur die verschiedene Richtung der beiden Quellhänge gegen die Sonne: die Quelle an dem nach S geneigten Hang hat den Kalktuff abgelagert, während die an dem Nordhang entspringenden Quellwässer die in ihnen gelösten Kalksalze auf dem kurzen Weg bis zur Wispe sämtliche in Lösung behielten. Die Frage über die Art des Einflusses der Sonne und welche Rolle dabei die Vegetation gespielt hat, läßt sich im Rahmen dieser Untersuchung nicht entscheiden.

**Ergiebigkeit.**

In engster ursächlicher Verknüpfung mit der Form der Quellen und auch mit ihrer Verteilung befindet sich ihre Ergiebigkeit. Diese steht bei den Schichtwasserquellen überall in einem deutlich erkennbaren Zusammenhang mit der Größe des Einzugsbereiches. Doch ist eine exakte Feststellung des Verhältnisses zwischen Größe des Einzugsbereichs und Ergiebigkeit der Quellen insofern meist unmöglich, als die Ergiebigkeit, wie schon erwähnt, in den Bächen unterhalb der Quelle noch eine Steigerung erfährt, oft in beträchtlichem Grade, woraus zu schließen ist, daß in den Quellen vielfach zunächst nur ein Teil des Grundwasserstromes an die Tagesoberfläche übertritt. Da dieses Verhältnis aber stark wechselt und durch Faktoren sekundärer Bedeutung, wie Vegetationsverhältnisse und Beschaffenheit des oberflächlichen Schuttes, bedingt wird, so würde der unmittelbare Vergleich zwischen Ergiebigkeit der Quellen und Größe ihres Einzugsgebietes zu sehr anfechtbaren Resultaten führen. Andererseits werden durch den allmählichen Austritt des zu Schuttgrundwasser gewordenen Schichtwassers auch die genauen Grenzen der Einzugsbereiche stark verwischt, wodurch wiederum eine exakte Berechnung vereitelt wird. Deshalb wurde überhaupt auf die rechnerische Feststellung des Verhältnisses zwischen Ergiebigkeit und Größe des Einzugsbereiches verzichtet, was wohl um so mehr geschehen konnte, als alles darauf hindeutet, daß auch eine rechnerische Feststellung nur die allergrößte Regelmäßigkeit hätte finden können.

Innerhalb der Quellreviere ist die Ergiebigkeit der einzelnen Quellen sehr verschieden, doch liegen die ergiebigsten und wichtigsten Quellen meist am Rande und an der tiefsten Stelle der Quellreviere. Die Quellen in größerer Höhe sind sehr wechselnd in ihrer Ergiebigkeit, wie auch in den Eigenschaften der Härte und Temperatur. Dies ist deutlich zu sehen bei den Quellen im Rehbeutel, dann auch beim Menschenhorst.

Gegenüber den Quellen aus Hilssandstein zeigen die Quellen aus dem Schuttgrundwasser auf Flammenmergel alle viel geringere und wechselvollere Ergiebigkeit. Bei allen Quellen stärkerer Ergiebigkeit, die im Flammenmergel liegen, dürfen wir sicher sein, daß sie ihr Wasser nicht aus der Schuttbedeckung des Flammenmergels beziehen. Die stärkste Ergiebigkeit unter den reinen Flammenmergelquellen besitzt die Hangquelle am Holzberg (45), doch ist es bei dieser Quelle, die trotz ihrer Lage am Hang gar keine Quellnische gebildet hat, und die etwa 30 m unter dem neu angelegten Sammelbecken für die Grünenplaner Wasserleitung liegt, sehr wohl möglich, daß sie einer Undichtigkeit dieses Beckens ihren Ursprung verdankt und daher erst seit der Inbetriebsetzung des Sammelbeckens fließt. So würde es sich auch erklären, daß sie bei der Untersuchung im Jahre 1912 nicht bemerkt wurde, obwohl die unmittelbare Nachbarschaft der Quelle wiederholt betreten wurde. Deshalb kann als Regel gelten, daß die Schuttgrundwasserquellen des Flammenmergels die Ergiebigkeit von 1 secl. nicht überschreiten, zu allermeist aber lange nicht erreichen. Regen- und Trockenzeiten verändern die Ergiebigkeit sehr stark.

Wenn in der Brunnenstube westlich von Delligsen aus Plänerschutt, der auf Flammenmergel

lagert, eine das ganze Jahr hindurch sehr gleichmäßig fließende Quelle entspringt, so dürfte die Gleichmäßigkeit der Wasserlieferung darauf hindeuten, daß dieses Wasser nicht aus dem Verwitterungsschutt des Flammenmergels und dem Plänerschutt entspringt, sondern daß es sich hier um aufsteigendes Hilssandsteinwasser handelt, wie dies bei der großen Wasserleitungsquelle südwestlich Delligsen der Fall ist.

**Temperatur.**

Die Temperatur gibt einen der untrüglichsten Hinweise auf die Herkunft der Quellwässer. Um die Abhängigkeit der Quellwässer von der Lufttemperatur und äußeren, meteorologischen Einflüssen festzustellen, wurde meist auch die Temperatur der Luft gemessen. Doch ist hinsichtlich des Vergleichs der beiden Temperaturen zu bemerken, daß bei der einmaligen Messung der Luft der tägliche Temperaturgang nicht ausgeschaltet ist, und daß daher nicht in allen Fällen die Abhängigkeit der Temperatur des Wassers von derjenigen der Luft klar zum Abdruck kommt, auch wo eine solche besteht. Einem Vergleich mit einem Temperatur-Jahresmittel kommt infolge der um mehr als 100 m verschiedenen Höhenlage der Quellen und der stark wechselnden Lage ihrer Einzugsgebiete zur Sonne nur ein sehr bedingter Wert zu. Doch sei erwähnt, daß die Jahrestemperatur Göttingens[1]) 8,5° beträgt (in 150 m ü. NN). Bei der Zugrundelegung einer thermischen Höhenstufe von 0,6°[2]) ergiebt sich also für die Höhe von 250 m ein Jahresmittel von 7,9°, für die Höhe von 350 m ein solches von 7,3°.

Die größte Abhängigkeit von meteorologischen Einflüssen, die vielfach so weit geht, daß sogar die täglichen Temperaturschwankungen zum Ausdruck kommen, finden wir bei den oberflächlichen Schuttgrundwasserquellen. Die Schuttgrundwasserquelle des Baches am Hüttenweg (No. 52) folgt einer Lufttemperaturabnahme von 10,5° mit einem Temperaturfall von 4°. Bei der periodischen Quelle in den Kalktuffen am Nordausgang von Kaierde (No. 59) entspricht einer Abnahme der Temperatur der Luft von 1,8°, eine solche im Wasser von 2,7°.

Einen gemilderten Grad der Abhängigkeit von der Lufttemperatur finden wir bei Schichtgrundwasserquellen. In der Quellgruppe am Fangweg zeigen die Temperaturänderungen der Luft und des Wassers nur noch einen sehr lockeren Zusammenhang in der Weise, daß die niedrigste gemessene Wassertemperatur mit der niedrigsten Lufttemperatur zusammenfällt. Die höchste Wassertemperatur wurde jedoch bei einer mittleren Lufttemperatur gemessen. Am Kümmerlichestieg folgt der Abnahme der Lufttemperatur von 10° das Wasser nur mit einer solchen von 0,6°, ein Beweis dafür, daß der hier zutage tretende Schichtgrundwasserstrom nichts mit oberflächlichem Schuttgrundwasser gemein hat[3]). Im übrigen zeigte es sich, daß ein und derselbe Grundwasserstrom bei seinen verschiedenen Austrittsstellen ziemlich verschiedene Temperatur besitzt. Am Fangbachweg betrug am 27. 9. 12 die Temperatur an den einzelnen Quellpunkten bei einer Lufttemperatur, die während der Messungen von 6,1° zu 8,2° anstieg: 8,0; 8,0; 7,6; 7,7; 7,8; 8,2; 8,6; 9,0; 9,0; 8,9; 9,0; 8,9. Der maximale Temperaturunterschied beträgt also nicht weniger als 1,4°! Die Quellpunkte verteilen sich auf eine Länge von annähernd 200 m. Man kann daraus folgern, daß die Grundwasser- und ebenso die Schichtwasserströme keineswegs geradlinige, sondern stark gekrümmte und unregelmäßige Bahnen beschreiben, so daß sie durch die oberflächlichen Temperaturschwankungen sehr verschieden beeinflußt werden. Auffallend bleibt aber doch die hohe Temperatur der 6 obersten Quellaustritte (in der Aufzählung zuletzt aufgeführt). Diese

1) H. Wagner, Lehrbuch der Geographie. Bd. 1. 9. Aufl. 1912. pag. 582.

2) a. a. O.

3) Als Schichtgrundwasser kann das in der Schicht eingeschlossene, aber von keiner fremden stratigraphischen Schicht überdeckte Wasser dem Schichtwasser gegenübergestellt werden, das einem noch von fremdartigen Schichten überlagerten Horizont entspringt (vgl. S. 7).

Quellen waren zum Teil von Wasserpflanzen ganz erfüllt, so daß das Wasser nur sehr langsam abfließen konnte. Die direkte Sonnenbestrahlung des Wassers ist hier wohl für die gemessene hohe Temperatur verantwortlich zu machen. Am Kümmerlichestieg liegen die einzelnen Hauptaustrittsstellen ganz nahe zusammen. Hier wurde an 2 Stellen die Temperatur des Wassers zu 7,1°, an 5 Stellen zu 7,2° bestimmt.

Die Stauquellen zeigen in ihrer Temperatur im allgemeinen eine enge Uebereinstimmung mit den Schichtgrundwasserquellen, doch zeigt sich in der sehr wechselnden Temperatur der schwächeren Stauquellen, wie sehr sie sich dem Typus der Schuttgrundwasserquellen annähern können; wie andererseits die stärksten Stauquellen, z. B. im Wellenspring und in den „Büschen“ äußerlich ganz den Eindruck von artesischen Quellen machen und auch in der Gleichmäßigkeit der Temperaturen sich diesem Typus nähern. Die starke Quelle westlich von Delligsen bleibt in ihrer hohen Temperatur von 9° durch einen oberflächlichen Temperaturwechsel von 6,5° ganz unbeeinflußt, was sie wiederum als artesische Quelle kennzeichnet. Dann weist auch die ziemlich gleichmäßige Temperatur des Wassers der Brunnenstube westlich von Delligsen auf artesischen Ursprung hin.

**Die Härte.**

Die Härte ist bei den Wässern, die innerhalb des Hilssandsteins entspringen, am geringsten und zugleich am gleichmäßigsten; sie schwankt hier meist nur zwischen 0,9 und 1,0 Härtegraden. Der Maximalwert, 1,16 Härtegrade, wurde bei der Hangquelle am Kümmerlichestieg (3) festgestellt.

Bei den Stauquellen zeigt die Härte schon viel größere Schwankungen. Vielfach finden wir reines Hilssandsteinwasser; ja an der Quelle in der Schneise am Wellenspring wurde überhaupt die geringste Härte mit 0,65 Härtegraden festgestellt. Die Stauquellen sind um so härter, je näher sie dem Flammenmergel liegen und je geringer dabei ihre Ergiebigkeit ist, indem so immer größere Teile ihres Einzugsgebietes dem Flammenmergel angehören. Diese Tatsache findet sich in jedem einzelnen der zahlreichen Quellreviere bestätigt, in denen mehrere Einzelquellen einen Vergleich der in ihnen zutage tretenden Wässer ermöglichen. Die Härte kann, wie dies die oberste Wellenquelle zeigt, bis auf 3,33 Grade ansteigen, immer aber handelt es sich dann um sehr geringe Wassermengen, denn sobald das unvermengte Hilssandsteinwasser vorherrscht, wie dies in allen stärkeren Stauquellen der Fall ist, entfernt sich auch die Härte nur wenig von derjenigen, die dem reinen Hilssandstein zukommt. So besitzt das Wasser der starken Bohrlochquelle im Wellenspring die Härte von 0,9 Graden, obwohl es im Flammenmergel entspringt, und unter diesem bzw. unter *Minimus*-Ton mindestens einen Weg von 260 m zurückgelegt haben muß. Immerhin bemerken wir auch hier eine Steigerung der Härte, da ja die benachbarte, am Rand des *Minimus*-Tons austretende Quelle nur 0,65 Härtegrade mißt. Die stark eisenhaltige — mehr als die meisten übrigen Hilssandsteinwässer, die alle auch eisenhaltig sind — „Stahlquelle“ zeigt als Maximum unter den eigentlichen Stauquellen eine Härte von 2,16—2,68 Graden an. Auf dieser Quelle beruht der Ruf Grünenplans als Bad.

Die Schuttgrundwässer auf Flammenmergel zeigen im Mittel 4 Härtegrade an, doch finden wir Schwankungen von 1,9—5,2 Härtegraden. Die große Ungleichheit der Härte dürfte wohl mit auf die wechselnde Zusammensetzung des Flammenmergels zurückzuführen sein, der im allgemeinen so wenig Karbonate enthält, daß er mit Salzsäure nicht aufbraust. Die auffallend hohe Härte des Wassers aus dem Sammelbecken für die neue Wasserleitung für Delligsen (No. 62) weist auf Gebirgsstörungen an der den Hils querenden Hauptstörungslinie. Sollte die starke, neuerschlossene Quelle aber doch aus dem höher liegenden Plänergebiet stammen, was ja sehr unwahrscheinlich ist, so müßte sich dies mit der Zeit an einer merklichen Ergiebigkeitsabnahme der Quellen südlich von Kaierde zeigen.

Die zahlreichen Härtemessungen der Bäche ergeben, daß die Härte der Bachwässer zunächst das Mittel der Härte der einzelnen in dem Bach vereinigten Gewässer darstellt, daß aber nach kurzer Zeit derjenige höhere Härtegrad sich einstellt, der dem Gestein entspricht, das der Bach durchfließt. Doch ist dieser Vorgang nicht umkehrbar; vielmehr ist jede Härteabnahme im Laufe eines Baches ein Beweis dafür, daß weicheres Wasser dem Bachwasser beigemengt wurde. So zeigt der Glasebach (bei der Glashütte 3,33 Härtegrade) unterhalb der Glashütte Grünenplan nach der Vereinigung mit dem an der Chaussee entlang fließenden Bach (3,20 Härtegrade) die Härte von 3,26 Graden, die nach der Vereinigung mit dem von N kommenden Seitenbach (Härte 2,2 Grade) auf 2,9 herabsinkt. Aber schon nach einem Lauf von 500 m, während dem der Glasebach oberflächlich gar keinen Zustrom erhält, zeigt sich annähernd wieder dieselbe Härte, nämlich 3,08 bzw. 3,14. Beim Durchfließen des Flammenmergels bleibt sich die Härte auf 1,2 km genau gleich (3,20), sie nimmt auch nicht ab, nachdem der Glasebach auf die Grenze Flammenmergel-Hilssandstein übergegangen ist. Es dürfte dies als Beweis dafür gelten, daß auf dieser Strecke aus dem Hilssandstein dem Glasebach keine nennenswerten Schichtwassermassen zuströmen. Nach dem Durchfließen des Plänerschuttes westlich Delligsen ist die Härte des Glasebachs auf 4,3 Härtegrade angestiegen. Nun aber sinkt die Härte nach dem Uebertritt des Baches auf Hilssandstein auf einer Strecke von 600 m auf 3,5 Härtegrade. Auf diese rasche Abnahme ist großer Wert zu legen; denn sie kann als vollgültiger Beweis dafür genommen werden, daß hier beträchtliche Mengen von Schichtwasser unsichtbar in den Glasebach einströmen.

Dieselbe Abnahme der Härte beim Uebertritt in den Hilssandstein finden wir auch bei der Wispe. Diese zeigt sowohl 200 m südlich der Schleifmühle wie bei dieser selbst übereinstimmend 7,4 Härtegrade an, die nach einem 200 m langen Lauf im Hilssandstein auf 7,13 Grade herabsinken, was wiederum auf den Hinzutritt von Hilssandsteinwasser hindeutet.

So ergibt sich aus einer großen Anzahl von Tatsachen, daß die ganze Gegend westlich und südwestlich von Delligsen durch den unterirdischen Austritt von Hilssandsteinwasser gekennzeichnet ist.

## Strukturkarte der Hilsmulde.

Die der Arbeit beigegebene Karte wurde gezeichnet nach den Aufnahmen von A. v. Koenen, O. Grupe und Martin Schmidt, die in den Blättern Alfeld und Dassel der geologischen Spezialkarte niedergelegt sind. Der Bereich der Karte deckt sich mit dem Verbreitungsgebiet des Hilssandsteins. Eingezeichnet ist noch die Abgrenzung des Flammenmergels gegen den Hilssandstein und gegen die jüngeren Kreideschichten. In den umlaufenden Linien ist die Höhenlage der Schichtoberfläche des Hilssandsteins angegeben; diese ist zum Teil rekonstruiert, wo sie durch die Abtragung zerstört wurde, zum Teil sind die jüngeren Schichten abgedeckt. Der senkrechte Abstand der Höhenlinien bedeutet einen Höhenunterschied von 20 m. Die Meereshöhe der Schichtoberfläche des Hilssandsteins war unmittelbar gegeben an der Schichtgrenze Hilssandstein-Flammenmergel; eine Mindesthöhe der Schichtoberfläche des Hilssandsteins war auch überall dort gegeben, wo der Hilssandstein Berghöhen bildet. In den übrigen Fällen sind die Höhenpunkte durch Rechnung gefunden. Zur Meereshöhe der unteren Schichtgrenze des Hilssandsteins wurde jeweils die Schichtmächtigkeit des Sandsteins — 80 m — addiert und die erhaltene Summe um einen um so höheren Betrag aufgerundet, je steiler das Einfallen

der Schichten an der betreffenden Stelle war. Die maximale Verlängerung der senkrechten Schnittlinie durch die Hilssandsteinschicht um 15 m entspricht einem Einfallswinkel von 35°. Meist wurde daher um geringere Beträge aufgerundet.

Umgekehrt wurde aus der Meereshöhe der Schichtoberfläche des Flammenmergels die Oberfläche des Hilssandsteins durch Subtraktion der Schichtmächtigkeit des Flammenmergels gefunden, wobei eine Korrektur infolge des schwachen Einfallens der Schichten in der Mitte der Hilsmulde meist nicht nötig war.

Etwaige Unterschiede in der Mächtigkeit der Schichten sind nicht berücksichtigt, doch dürften daraus keine allzu großen Fehler entstehen, da große, in die Augen springende Mächtigkeitsunterschiede der für die Konstruktion der Karte in Betracht kommenden Schichten im Hils nicht bekannt sind.

Sämtliche einzelnen Höhepunkte, die das Gerüst der Karte bilden, sind als solche markiert.

Schwierig ist die Störungslinie darzustellen, die quer durch die Karte verläuft. Verwerfungsklüfte sind an den wenigen Aufschlüssen nirgends zu beobachten. Rotgebänderte Durchsinterungsstreifen, die Zeugen sehr reger Flüssigkeitswanderungen und eines mannigfachen Lösungstransportes, durchziehen den Hilssandstein nach allen Richtungen, aber diese sekundären Ausscheidungen von Eisenoxydhydrat haben mit Schichtflächen kaum etwas zu tun. Die Schichtfugen streichen in den beiden in Betracht kommenden Gesteinen, dem Flammenmergel und vollends dem Hilssandstein, nirgends so exakt durch, daß sie eine genauere Bestimmung des Streichens und Fallens ermöglichten, als sie schon durch den Verlauf der Formationsgrenzen gegeben ist. Oft zeigen Hilssandstein und Flammenmergel in den Aufschlüssen eine stark zerrüttete, meist eine ganz wirre und regellose Lagerung.

Bei der gewählten Darstellungsart der Störungslinie war die Voraussetzung maßgebend, daß entlang dieser Linie die Hälften der Hilsmulde aneinander verschoben oder gegeneinander verdreht sind[1]). Im einzelnen kann die Darstellungsweise des Störungsgebietes bei der Dornbachquelle selbstredend keine absolute Gültigkeit beanspruchen; vielmehr konnte nur die Wirkung der Störung im allgemeinen und in schematischer Weise dargestellt werden. Ebenso konnte auch die Lagerung in der Nordwestecke des Hilssandsteingebietes nur in schematischer Weise wiedergegeben werden. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Hilsmulde hier im NW, wo sie nahe an flachgelagertes Gebiet angrenzt, von zahlreichen radialen und konzentrisch streichenden Verwerfungen durchsetzt ist. Da diese aber nirgends in der Natur beobachtet werden konnte, mußte auch in der Karte auf ihre Darstellung verzichtet werden.

Während in diesen beiden erwähnten Störungsgebieten in den Oberflächenformen die Regelmäßigkeit des Muldenbaues nur undeutlich zum Ausdruck kommt, ist dies in fast allen übrigen Teilen der Hilsmulde der Fall. Daraus ist mit großer Wahrscheinlichkeit zu folgern, daß das so große Regelmäßigkeit zeigende Bild der Strukturkarte die wirklichen Verhältnisse getreu widerspiegelt; denn an der einzigen Stelle, wo noch die enge Uebereinstimmung zwischen der Tektonik und den Oberflächenformen fehlt, südöstlich von Delligsen, sind die Punkte, die einen genauen Anhalt für die Lage der Schichtoberfläche des Hilssandsteins geben, so dicht gesät, daß dort die Naturtreue der Karte außer Zweifel steht.

Die Darstellung der Druckwasserströme im Hilssandstein ist insofern schematisch, als nur einzelne festumschlossene Ströme gezeichnet sind, während anzunehmen ist, daß der Hilssandstein in seinem gesamten Querschnitt gleichmäßig von dem Druckwasser durchflossen wird. Von der gewählten Darstellungsart konnte der Klarheit der Zeichnung halber nicht abgewichen werden. Die gezeichneten

1) Vgl. S. 9

Umrisse geben also nur die Richtung an, in der man sich den vorhandenen Druckwasserstrom konzentriert denken könnte.

Die Einzugsgebiete der Stauquellen sind nur durch Gefühlsabgrenzungen voneinander getrennt, da ja ihre Berechnung infolge der immerhin wesentlichen Inhomogenität des Hilssandsteinmaterials und der sonstigen Schwierigkeiten (s. S. 21 und 40) nicht möglich ist.

## Die zentrifugale Entwässerung der Außenseite des Hils.

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Birkholz, Osthang: südlichster Wasserriß zu oberst | 1. 10. 12 | — | — | — | versiegt | Weald[1]) |
| | | 9. 4. 13 | — | — | 4,25 | 0,05 | |
| 2 | Im östlichen Wasserriß | 1. 10. 12 | 12 | 11 | 5,47 | 2,0 | Weald |
| | | 9. 4. 13 | — | — | 3,72 | 0,2 | |
| 3 | Im nördlichen Wasserriß | 2. 10. 12 | 9,2 | 10,5 | 6,13 | 1,5 | Weald |
| | | 9. 4. 13 | — | — | 2,55 | 0,3 | |
| 4 | Bocksberg, Osthang | 2. 10. 12 | 10,8 | 9,1 | 3,86 | 0,5 | Weald |
| | | 9. 4. 13 | — | — | 2,68 | 0,1 | |
| 5 | Bocksberg, Ostfuß | 2. 10. 12 | 9,8 | 10,5 | 5,87 | 0,5 < | Weald |
| | Wiesenbach neben dem Bahnkörper, Quelle | 14. 4. 13 | — | — | 10,32 | 0,5 | Die Wiese ist mit Kunstdünger gedüngt |
| 6 | Wiesenquelle daneben | 2. 10. 12 | 10,7 | 11,3 | 4,12 | 0,1 | Weald |
| | | 14. 4. 13 | — | — | 11,85 | 0,05 | Die Wiese ist mit Kunstdünger bedeckt |
| 7 | Bocksberg, Nordosthang; am Straßenknie | 2. 10. 12 | 10,7 | 11,0 | 2,63 | 0,1 | Weald |
| | | 9. 4. 13 | — | — | 4,25 | 0,05 | |
| 8 | Fier, Südlicher Bach, zu oberst | 2. 10. 12 | 8,2 | 8,5 | 1,27 | 0,25 | Neokomton |
| | | 4. 4. 13 | — | — | 1,21 | 0,5 | |
| 9 | Derselbe Bach 300 m unterhalb, nahe dem Bahnkörper | 2. 10. 12 | 9,0 | 9,2 | 3,33 | 1,5 | Weald |
| | | 4. 4. 13 | — | — | 2,55 | 1 | |
| 10 | Hauptbach, Quelle | 2. 10. 12 | 7,8 | 7,6 | 1,8 | 0,25 | Hilssandstein |
| | | 14. 4. 13 | 1,0 | 4,6 | 0,90 | 0,15 | |
| | | 16. 4. 13 | 14,0 | 7,4 | 1,27 | 0,12 | |
| 11 | Derselbe Bach 140 m unterhalb | 4. 4. 14 | — | — | 1,52 | 0,75 | Neokomton |
| 12 | Weitere 50 m unterhalb; von rechts einmündender Seitenbach | 4. 4. 13 | — | — | 2,7 | 0,15 | Neokomton |
| 13 | Der Hauptbach 200 unterhalb | 4. 4. 13 | — | — | 1,82 | 1,1 | Weald |
| 14a | Linker Nebenbach, Quelle | 2. 10. 12 | 8,1 | 10,0 | 1,58 | 0,1 | Neokomton |
| 14b | Derselbe Bach 130 m unterhalb | 2. 10. 12 | 8,0 | 9,8 | 2,02 | 0,25 | Weald |
| 15 | Derselbe Bach 150 m unterhalb bei der Einmündung in den Hauptbach | 4. 4. 13 | — | — | 1,90 | 0,6 | Weald |
| 16 | Der Hauptbach 170 m unterhalb beim Bahnkörper | 4. 4. 13 | — | — | 2,02 | 2,0 | Weald |

1) Diese Formationsangaben bezeichnen lediglich das unter der Schuttdecke am Quellort anstehende Gestein, das ja hier in den meisten Fällen undurchlässig ist.

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17a | Fier, nördlicher Bach; westlicher Ursprung | 2. 10. 12 | 8,9 | 9,9 | 1,65 | 1,5 | Neokomton |
| | | 4. 4. 13 | — | — | 1,15 | — | |
| 17b | Fier, nördlicher Bach; östlicher Ursprung | 4. 4. 13 | — | — | 1,27 | 0,05< | Neokomton |
| 18 | Der Bach nach der Vereinigung | 4. 4. 13 | — | — | 1,40 | 0,6 | Weald |
| 19 | 200 m unterhalb am Waldrand | 4. 4. 13 | — | — | 2,08 | 0,75 | Weald |
| 20 | 360 m abwärts am Bahnkörper | 4. 4. 13 | — | — | 3,46 | 1,0 | Weald |
| 21 | Kleiner, nordwestlich benachbarter Bach | 2. 10. 12 | 8,8 | 9,9 | 2,77 | 0,5 | Weald |
| | | 4. 4. 13 | — | — | 1,90 | 0,25 | |
| 22 | 600 m südlich: kleiner Brunnen an der Straße | 4. 4. 13 | — | — | 1,27 | 0,1 | Neokomton |
| 23 | Knippsieck. Oestlicher Bach; östlicher Ursprung nahe der Straße | 2. 10. 12 | 8,0 | 9,5 | 2,02 | 0,1 < | Neokomton |
| | | 4. 4. 13 | 4,0 | 6,2 | 1,90 | 0,18 | |
| 24 | Ueberlauf des Sammelbeckens der Wasserleitung für Hohenbüchen | 2. 10. 12 | 8,0 | 8,7 | 0,77 | (0,5) | Neokomton |
| | | 4. 4. 13 | 9,0 | 6,2 | 0,90 | 1,75 | |
| | | 16. 4. 13 | 10,1 | 5,6 | 0,77 | 1,50 | |
| 25 | Benachbarter Bach beim Durchgang durch den Straßenkörper | 4. 4. 13 | 9,0 | 6,8 | 1,40 | 0,05 | Neokomton |
| 26 | 150 m westlich an der Straße | 4. 4. 13 | 10,3 | 7,2 | 0,90 | 0,3 | Neokomton (der Wasserlauf ist auf der Karte 1:25000 nicht eingezeichnet) |
| 27 | 130 m westlich im Steinbruch | 2. 10. 12 | 8,0 | 9,0 | 0,90 | 0,05< | Hilssandsteinschutt auf Neokomton |
| | | 4. 4. 13 | 9,3 | 5,2 | 1,02 | 0,3 | |
| | | 16. 4. 13 | 12,5 | 4,7 | 1,15 | 0,6 | |
| 28 | Derselbe Wasserlauf unterhalb der Straße | 4. 4. 13 | 9,3 | 7,0 | 1,15 | 1,2 | Neokomton |
| 29 | 130 m westlich | 2. 10. 12 | 7,6 | 10,0 | 1,33 | 0,5 | Neokomton |
| | | 4. 4. 13 | 9,2 | 7,0 | 1,27 | 0,15 | |
| 30 | 100 m westlich (westlicher Seitenzweig) | 2. 10. 12 | 7,8 | 9,6 | 1,65 | 1 | Neokomton |
| | | 4. 4. 13 | 9,1 | 7,0 | 1,90 | 0,15 | |
| 31 | Vereinigter Bach nahe dem Waldrand | 2. 10. 12 | 8,8 | 9,9 | 2,02 | 3,0 | Weald |
| | | 4. 4. 13 | — | — | 1,50 | 4,5 | |
| 32 | Seitenbach von links am Waldrand | 4. 4. 13 | — | — | 1,60 | 0,2 | Weald |
| 33 | Der Hauptbach am Bahnkörper | 4. 4. 13 | — | — | 1,65 | — | Weald |
| 34 | Knippsieck, mittlerer Bach | 2. 10. 12 | 7,7 | 9,3 | 3,33 | 6,3 | Weald |
| | | 5. 4. 13 | 9,2 | 7,0 | 3,98 | 0,1 | |
| 35 | 500 m unterhalb am Waldrand | 4. 4. 13 | — | — | 2,10 | 1,0 | Weald |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 36 | Gefaßte Quelle an der Chaussee; | 3. 10. 12 | 6,6 | 7,0 | 0,83 | 0,5 | Grenze Hilssandstein-Neo- |
| | südlich Knippsieck | 16. 4. 13 | 13,3 | 6,2 | 0,90 | 0,3 | komton |
| 37 | Knippsieck, westlicher | 2. 10. 12 | 8,2 | 9,5 | 2,48 | 0,25 | Weald |
| | Bach; dessen östlicher Ursprung | 5. 4. 13 | 9,0 | 7,7 | 2,02 | 0,08< | |
| 38 | 100 m westlich | 2. 10. 12 | 7,0 | 9,2 | 3,78 | 0,25< | Grenze Neokomton-Weald |
| | | 3. 10. 12 | 6,0 | 7,5 | 3,91 | 0,5 | |
| | | 5. 5. 13 | 11,8 | 7,0 | 3,20 | 0,75 | |
| 39 | 150 m nordwestlich | 3. 10. 12 | 5,8 | 7,9 | 3,91 | 0,1 | Neokomton |
| | | 5. 4. 13 | 10,0 | 6,8 | 2,48 | 0,1 | |
| 40 | 180 m nordwestlich | 3. 10. 12 | 9,4 | 8,3 | 2,02 | 0,3 | Weald |
| | | 5. 4. 13 | 12,5 | 7,2 | 1,40 | 0,3 | |
| 41 | 130 m nordwestlich | 3. 10. 12 | 5,1 | 8,6 | 2,94 | 0,3 | Weald |
| | | 5. 4. 13 | 13,8 | 8,2 | 2,53 | 0,3 | |
| 42 | 250 m nordwestlich | 3. 10. 12 | 5,2 | 7,2 | 3,26 | 0,5 | Weald |
| | | 5. 4. 13 | 13,9 | 9,0 | 2,94 | 0,5 | |
| 43 | Vereinigter Hauptbach | 3. 10. 12 | 7,8 | 9,3 | 2,86 | 4,0 | Weald |
| | | 5. 4. 13 | 14,8 | 10,0 | 2,5 | 3,0 | |
| 44 | 200 m unterhalb: von rechts einmündender Seitenbach | 5. 4. 13 | 14,8 | 9,0 | 1,53 | 0,12 | Weald |
| 45 | 80 m unterhalb: von links einmündender Seitenbach | 3. 10. 12 | 9,0 | 8,0 | 1,77 | 0,3 | Weald |
| | | 5. 4. 13 | 14,5 | 9,8 | 1,52 | 0,2 | |
| 46 | Hauptbach 420 m unterhalb beim Wildgatter | 5. 4. 13 | — | — | 2,29 | 2,5 | Weald |
| 47 | Kirchensiek, östlicher | 3. 10. 12 | 5,0 | 8,8 | 3,20 | 0,5 | Weald |
| | Bach; bei der Straße im Wald | 5. 4. 13 | 14,0 | 9,8 | 2,94 | 0,5 | |
| 48 | Linker Nebenbach an der Straße | 3. 10. 12 | 7,0 | 9,0 | 1,90 | 0,25 | Weald |
| | | 5. 4. 13 | 13,2 | 9,0 | 1,60 | 0,2 | |
| 49 | Hilsbach im Kirchensiek, | 3. 10. 13 | 8,0 | 7,2 | 1,96 | 0,1 | Weald |
| | östlichster Zweig | 5. 4. 13 | 14,8 | 7,8 | 3,72 | 0,1 | |
| 50 | 150 m westlich | 3. 10. 12 | 4,2 | 7,2 | 4,32 | 0,25 | Weald |
| | | 5. 4. 13 | 13,0 | 7,0 | 4,52 | 0,01 | |
| 51 | 90 m westlich | 3. 10. 12 | 4,2 | 7,3 | 4,5 | 0,3 | Weald |
| | | 5. 4. 13 | 14,0 | 6,5 | 3,85 | 0,05 | |
| 52 | 150 m westlich | 3. 10. 12 | 4,2 | 7,0 | 6,57 | 0,5 | Weald |
| | | 5. 4. 13 | 14,0 | 11,9 | 4,71 | 0,1 | |
| 53 | 550 m südwestlich; gegenüber | 3. 10. 12 | 5,2 | 8,1 | 1,58 | 0, 1 | Grenze Hilssandstein-Neo- |
| | dem „Langen Grund“ | 7. 4. 13 | — | — | 1,53 | 0,01< | komton |
| | | 16. 4. 13 | 12,1 | 5,6 | 1,40 | 0,1< | |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 54 | 260 m nordwestlich in der großen Schneise | 7. 4. 13 | 3,8 | 5,4 | 2,16 | 0,25 | Neokomton |
| 55 | Unmittelbar östlich daneben | 3. 10. 12 | 3,3 | 7,0 | — | 0,2 | Neokomton |
| | | 7. 4. 13 | 3,8 | 5,0 | 4,25 | 0,05< | |
| 56 | Der Bach 240 m unterhalb | 5. 4. 13 | — | — | 2,55 | 0,5 | Weald |
| 57 | Benachbarter Bach 250 m westlich in der Schneise | 3. 10. 12 | 3,3 | 6,8 | — | 0,5 | Neokomton-Weald |
| | | 7. 4. 13 | 3,9 | 5,3 | 4,39 | 0,3 | |
| 58 | Seitenbach von links 270 m nördlich in der Schneise | 7. 4. 13 | — | — | 6,57 | 0,05 | Weald |
| 59 | Der linke Nebenbach vor der Einmündung in den Hilsbach | 5. 4. 13 | 15,0 | 8,0 | 3,3 | 1,5 | Weald |
| 60 | Hilsbach unterhalb der Einmündung | 3. 10. 12 | 7,5 | 7,2 | 3,26 | 6 | Weald |
| | | 5. 4. 13 | 15,0 | 8,0 | 3,72 | 3 | |
| 61 | 270 m unterhalb: Seitenbach von links | 5. 4. 13 | 15,0 | 11,2 | 1,15 | 0,3 | Weald |
| 62 | Hilsbach, 250 m südlich von Coppengrave | 5. 4. 13 | — | — | 2,94 | 3,15 | Weald |
| 63 | Hohenförsiek, südlichster Ursprung | 4. 10. 12 | 1,2 | 5,0 | 3,2 | 0,05 | Neokomton |
| 64 | 100 m unterhalb | 4. 10. 12 | — | — | 2,94 | 0,5 | Neokomton-Weald |
| 65 | Seitenbach von rechts | 4. 10. 12 | 3,1 | 5,3 | 2,07 | 0,2 | Neokomton |
| | | 7. 4. 13 | — | — | 2,55 | 0,2 | |
| 66 | Nächster Seitenbach von rechts | 7. 4. 13 | — | — | 2,39 | 0,2 | Neokomton |
| 67 | 400 m östlich | 4. 10. 12 | 1,0 | 4,6 | 3,46 | 0,2 | Neokomton |
| 68 | 250 m unterhalb | 4. 10. 12 | 0,6 | 4,5 | 3,20 | 0,25 | Neokomton |
| 69 | 550 m östlich | 4. 10. 12 | 1,5 | 6,0 | 1,90 | 0,1 | Grenze Hilssandstein-Neokomton |
| 70 | Hohenförsiek 0,9 km nordwestlich des Jagdhauses | 3. 10. 12 | 3,0 | 7,0 | 3,20 | — | Weald |
| 71 | Seitenbach von rechts 650 m nördlich des Jagdhauses | 3. 10. 12 | 3,4 | 7,9 | 2,86 | 0,2 | Weald |
| | | 7. 4. 13 | 3,9 | 5,9 | 2,16 | 0,1 | |
| 72 | Hohenförsiek 1 km nördlich des Jagdhauses | 7. 4. 13 | 3,9 | 6,0 | 2,03 | 0,2 | Weald |
| 73 | Seitenbach von rechts 550 m nordöstlich des Jagdhauses | 3. 10. 12 | 3,3 | 7,0 | 3,40 | 0,1 | Weald |
| | | 7. 4. 13 | — | — | 2,94 | 0,05< | |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 74 | Hohenförsiek westlich von Kuhstalls-Brink | 7. 4. 13 | 3,9 | 6,0 | 2,42 | 0,25 | Weald |
| 75 | Aulbach; Ursprung am Borberg | 4. 10. 12 | 3,8 | 5,1 | 3,33 | 0,25 | Weald |
| 76 | 720 m nördlich | 4. 10. 12 | 4,0 | 5,5 | 5,68 | 1,5 | Weald |
| | | 7. 4. 13 | — | — | 5,60 | 1,5 | |
| 77 | 130 m nordwestlich | 4. 10. 12 | 4,4 | 5,5 | 6,01 | 0,5 | Weald |
| | | 7. 4. 13 | — | — | 5,33 | 0,3 | |
| 78 | 200 m nördlich | 4. 10. 12 | 3,4 | 5,0 | 9,72 | 0,1 | Weald |
| | | 7. 4. 13 | — | — | 8,55 | 0,4 | |
| 79 | 570 m nordnordwestlich | 4. 10. 12 | 2,5 | 5,3 | 8,70 | 0,1 | Weald |
| | | 7. 4. 13 | — | — | 6,99 | 0,2 | |
| 80 | Bach von der Höhe 251 nach N abfließend | 4. 10. 12 | 3,0 | 5,4 | 3,46 | 0,05 | Weald |
| 81 | 130 m unterhalb | 4. 10. 12 | 3,0 | 5,3 | — | 0,12 | Weald |
| 82 | Seitenbach von links an der Straße | 4. 10. 12 | — | — | versiegt | | Purbeckmergel |
| | | 7. 4. 13 | 8,5 | 6,5 | 11,22 | 0,01 | |
| 83 | Am Waldrand westlich Höhe 251 | 7. 4. 13 | — | — | 10,47 | 0,12 | Grenze Purbeckmergel Münder Mergel |
| 84 | Nordnordwesthang des Borberges | 4. 10. 12 | 3,0 | 6,2 | 9,97 | 0,5 | Purbeckmergel |
| | Derselbe Bach wenig unterhalb beim Waldrand | 4. 10. 12 | 5,6 | 5,2 | 10,92 | 0,75 | Münder Mergel |
| | | 7. 4. 13 | — | — | 11,22 | 2,0 | |
| 85 | Am Westhang des Borberges | 4. 10. 12 | 1,0 | 5,2 | 8,41 | 0,25 | Münder Mergel |
| | | 7. 4. 13 | — | — | 10,47 | 1,0 | |
| 86 | Nebenbach von rechts | 4. 10. 12 | 1,2 | 5,1 | 9,43 | 0,1 | Münder Mergel |
| | | 7. 4. 19 | — | — | 11,53 | 0,3 | |
| 87 | Hauptbach 100 m unterhalb | 4. 10. 12 | 2,1 | 5,6 | 9,57 | 2,0 | Münder Mergel |
| 88 | Im Bonhagen. Ostbach; östliche Quelle | 5. 10. 12 | 3,4 | 5,0 | 9,22 | 0,25 | Münder Mergel |
| | | 8. 4. 13 | — | — | 7,72 | 0,1 | |
| 89 | Linker Nebenbach in gleicher Höhe | 5. 10. 13 | 3,8 | 4,9 | 10,62 | 0,1 | Münder Mergel |
| | | 8. 4. 13 | — | — | 10,47 | 0,05 | |
| 90 | 430 m nordwestlich: Seitenbach von rechts | 5. 10. 12 | 2,0 | 4,6 | 8,26 | 0,3 | Münder Mergel |
| | | 8. 4. 13 | — | — | 9,72 | 0,2 | |
| 91 | Hauptbach nahe unterhalb | 5. 10. 12 | 5,0 | 3,8 | 8,84 | 1,5 | Münder Mergel |
| | | 8. 4. 13 | — | — | 10,92 | 1,0 | |
| 92 | Im Bonhagen nördlicher Bach | 5. 10. 12 | 3,1 | 5,0 | 9,67 | 0,3 | Münder Mergel |
| | | 8. 4. 13 | — | — | 10,90 | 0,3 | |
| 93 | Im Sparensiek. Wiesenbach, der in dem Erdfall südlich Pkt. 327,3 verschwindet | 5. 10. 12 | 7,0 | 8,0 | 8,51 | 0,02 | Münder Mergel |
| | | 8. 4. 12 | — | — | versiegt | | |
| 94 | Nordöstliche Quelle im Sparensiek | 5. 10. 12 | 7,0 | 7,5 | 2,3 | 0,2 | An der Verwerfung Neokomton—MünderMergel |
| | | 8. 4. 13 | | | 3,59 | 0,2 | |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 95 | 90 m südlicher Seitenbach von links | 5. 10. 12 | 6,8 | 5,2 | 3,41 | 0,50 | An der Verwerfung Neokomton-Münder Mergel |
| | | 8. 4. 13 | — | — | 3,59 | 0,2 | |
| 96 | 170 m südlicher Seitenbach von links | 5. 10. 22 | 5,8 | 5,2 | 2,81 | 0,25 | An der Verwerfuug Neokomton-Münder Mergel |
| | | 8. 4. 13 | — | — | 2,94 | 0,2 | |
| 97 | Hauptbach an der Chaussee | 5. 10. 12 | 3,2 | 4,2 | >12,0 | 4,0 | Grenze Münder Mergel-Eimbeckhäuser Plattenkalke |
| | | 8. 4. 13 | — | — | >12,0 | 1,5 | |
| 98 | Am Rönneberg | 5. 10. 12 | 6,3 | 5,2 | 3,98 | 0,1 | Münder Mergel |
| | | 8. 4. 13 | — | — | 2,55 | 0,1 | |
| 99 | Derselbe Bach nach dem Durchfließen der Gipse im Hilsborn | 5. 10. 12 | 6,5 | 8,0 | >12,0 | 2,0 | Aus Gips der Münder Mergel austretend |
| | | 8. 4. 13 | — | — | >12,0 | 1,5 | |
| 100 | Im Hilsborn, Nordseite an der Straße | 5. 10. 12 | 3,1 | 7,0 | 3,41 | 0,75 | An der Verwerfung Neokomton-Münder Mergel |
| | | 8. 4. 13 | — | — | 1,90 | 0,65 | |
| 101 | 170 m südwestlich | 5. 10. 12 | 3,0 | 8,1 | 2,10 | 1,0 | Neokomton |
| | | 8. 4. 13 | — | — | 2,16 | 0,75 | |
| 102 | 350 m südwestlich | 5. 10. 12 | 3,1 | 5,6 | 5,42 | 0,3 | Neokomton |
| 103 | Dieser Bach 330 m unterhalb | 8. 4. 13 | — | — | 4,17 | 0,8 | Münder Mergel |
| 104 | Seitenbach von links (von S) | 5. 10. 12 | 3,0 | 5,2 | >12,0 | 0,05 | |
| | | 8. 4. 13 | — | — | 9,42 | 0,5 | |
| 105 | Der Hauptbach bei der Poppenburg | 8. 4. 13 | — | — | >12,0 | 0,75 | Korallenoolith. Der Bach versiegt kurz darauf im Talschutt |
| 106 | Quelle bei Holzen | 8. 4. 13 | — | 8,8 | 12,0 | ca. 100 | Korallenoolith |
| | | 22. 4. 13 | 15,0 | 8,7 | 11,40 | ca. 100 | |
| 107 | Nahe der Chaussee Grünenplan-Holzen unterhalb des Spechtsbornskopfes | 18. 4. 13 | — | — | 10,02 | 0,2< | Eimbeckhäuser Plattenkalk |
| 108 | 50 m nördlich | 18. 4. 13 | — | — | 3,20 | 0,1< | Wenig unterhalb der Grenze Neokomton-Eimbeckhäuser Kalk |
| | | 18. 4. 13 | — | — | 3,20 | 0,05 | |
| 109 | Dieser Bach 50 m unterhalb | 18. 4. 13 | — | — | 5,33 | 0,3 | Eimbeckhäuser Plattenkalke |
| 110 | Bach von links auf gleicher Höhe 80 m östlich | 18. 4. 13 | — | — | 3,20 | 0,2 | Eimbeckhäuser Plattenkalk, 50 m von der Grenze zu Neokomton entfernt |
| 111 | 380 m östlich in der Klinge südlich des Spechtsbornskopfes | 7. 10. 12 | 3,0 | 5,6 | 1,65 | 0,2 | Neokomton |
| | | 18. 4. 13 | — | — | 3,46 | 0,1 | |
| 112 | Gefaßte Trinkquelle am Weg von Holzen zu den Asphaltbrüchen | 7. 10. 12 | 3,2 | 9,2 | >12,0 | 0,06 | Ornatenton |
| | | 18. 4. 13 | 11,0 | 7,2 | >12,0 | 0,06 | |
| | | 22. 4. 13 | — | — | >12,0 | 0,05 | |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 113 | Wiesenquelle am Westfluß des Ehrekenberges | 7. 10. 12 | 4,8 | 9,9 | 11,63 | 0,03 | Grenze Ornatenton-Oberer Dogger |
| | | 18. 4. 13 | 6,0 | 10,0 | 9,87 | 0,2< | |
| | | 22. 4. 13 | 8,0 | 10,2 | 11,3 | — | |
| 114 | Am Südfuß des Wintjenberges | 18. 4. 13 | 6,0 | 4,8 | 11,85 | 0,01 | Ornatenton |
| 115 | Quelle im Stollen südlich des Wintjenberges | 18. 4. 13 | 6,0 | 4,8 | 7,13 | 1,5 | Ornatenton; das austretende Wasser ist stark getrübt |
| | | 22. 4. 13 | 8,0 | 5,1 | 8,2 | 0,4 | |
| 116 | Der Bach 500 m unterhalb | 18. 4. 13 | — | — | 8,12 | 1,5 | Mittlerer Dogger |
| 117 | Südlich benachbarter Bach 50 m oberhalb der Feldbahn | 18. 4. 13 | 6,0 | 4,5 | 2,42 | 0,1< | Grenze Ornatenton - Korallenoolith |
| 118 | Am Waldrand 200 m unterhalb | 18. 4. 13 | — | — | 4,66 | 1,0 | Oberer Dogger |
| 119 | In der nächstsüdlichen Klinge | 18. 4. 13 | 6,0 | 4,7 | — | 0,5< | Oberer Dogger |
| 120 | Am Waldrand, 120 m unterhalb | 18. 4. 13 | — | — | 4,79 | 1,0 | Mittlerer Dogger |
| 121 | Vereinigter Bach 150 m westlich | 18. 4. 13 | — | — | 5,60 | 2,0 | Mittlerer Dogger |
| 122 | Am Südhang des Ehrekenberges | 7. 10. 12 | 5,2 | 6,9 | >12,0 | 0,02 | Oberer Dogger |
| | | 18. 4. 13 | — | — | 11,07 | 0,4< | |
| 123 | Hauptbach nach der Vereinigung mit diesem Wasserlauf | 7. 10. 12 | 7,0 | 8,8 | 12,0 | 2,0 | Obere Lias |
| | | 18. 4. 13 | — | — | 8,25 | 6,0 | |
| 124 | Seitenbach von S | 18. 4. 13 | — | — | 6,71 | 0,3 | Mittlerer Lias |
| 125 | Hauptbach nach seiner Einmündung | 18. 4. 13 | — | — | 8,25 | 7,0 | Mittlerer Lias |
| 126 | Seitenbach von N | 18. 4. 13 | — | — | 7,27 | 0,5 | Mittlerer Lias |
| 127 | Hauptbach bei Wickensen | 18. 4. 13 | — | — | 8,55 | 8,0 | Unterer Lias |
| 128 | Nonnensiek, nördlicher Bach; Ursprung 200 m oberhalb der Feldbahn | 7. 10. 12 | 5,0 | 7,0 | >12,0 | 0,2 | Mittlerer Dogger |
| 129 | Nonnensiek, Hauptbach zu oberst | 7. 10. 12 | 5,2 | 9,1 | >12,0 | 0,1 | Oberer Dogger |
| | | 18. 4. 13 | — | — | 7,13 | 2,5 | |
| 130 | Seitenbach von links | 7. 10. 12 | 5,3 | 9,3 | >12,0 | 0,06 | Oberer Dogger; Quellnische in flachgeneigtem Schuttboden |
| | | 18. 4. 13 | — | — | 3,85 | 0,6 | |
| 131 | Nächster Seitenbach von rechts | 18. 4. 13 | — | — | 5,06 | 0,8 | Oberer Dogger |
| 132 | Nächster Seitenbach links | 7. 10. 12 | 4,0 | 9,6 | >12,0 | 0,02 | Grenze mittlerer-unterer Dogger |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 133 | Vereinigter Hauptbach oberhalb der Feldbahn | 7. 10. 12 | 6,6 | 5,5 | >12,0 | 1,5 | Mittlerer Dogger |
| | | 18. 4. 13 | — | — | 7,27 | 8 | |
| 134 | Schwarzes Land; Hauptbach zu oberst | 7. 10. 12 | 4,1 | 5,6 | 2,55 | 0,5 | Neokomton |
| | | 18. 4. 13 | — | — | 2,81 | 1,5 | |
| 135 | 560 m unterhalb | 18. 4. 13 | — | — | 5,6 | 5 | Oberer Dogger |
| 136 | Seitenbach von links | 7. 10. 12 | 5,2 | 5,0 | >12,0 | 0,01 | Oberer Dogger |
| | | 18. 4. 13 | — | — | 5,47 | 1 | |
| 137 | Seitenbach von links | 18. 4. 13 | — | — | 2,68 | 0,8 | Mittlerer Dogger |
| 138 | Seitenbach von rechts | 18. 4. 13 | — | — | 2,42 | 4 | Mittlerer Dogger |
| 139 | Hauptbach oberhalb der Feldbahn | 7. 10. 12 | 4,1 | 4,9 | 6,52 | 1,5 | Mittlerer Dogger |
| | | 18. 4. 13 | — | — | 4,52 | ca. 25 | |
| 140 | Südlicher Seitenbach oberhalb der Feldbahn | 7. 10. 12 | 3 | 4,3 | >12,0 | 0,1 | Mittlerer Dogger |
| | | 18. 4. 13 | 6,3 | 9,2 | — | 3 | |
| 141 | Im südlichen Teil des Schwarzen Landes westlich des Bohlweges | 18. 4. 13 | — | — | 1,40 | 1,5 | Mittlerer Lias |
| 142 | 500 m unterhalb am Bohlweg | 18. 4. 13 | — | — | 3,72 | 8 | Mittlerer Keuper |
| 143 | Am Waldrand westlich des kleinen Kleeberges | 18. 4. 13 | — | — | 1,65 | 0,6 | Unterer Lias |
| 144 | Oestlich des Bohlweges | 7. 10. 12 | 5,8 | 6,4 | 3,29 | 0,03 | Mittlerer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 2,42 | 1,0 | |
| 145 | 170 m unterhalb | 7. 10. 12 | 7,9 | 6,9 | 3,20 | 0,1 | Unterer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 2,29 | 1,5 | |
| 146 | Oestlich benachbarter Wasserlauf | 19. 4. 13 | — | — | 2,55 | 0,25 | Mittlerer Dogger |
| 147 | 180 m unterhalb | 8. 10. 12 | 9,6 | 6,9 | 3,20 | 0,1 | Unterer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 2,55 | 0,8 | |
| 148 | Köthequelle | 7. 10. 12 | 4,8 | 6,8 | 1,23 | 0,04 | Im Neokomton nahe dem Hilssandstein; gefaßt |
| | | 20. 10. 12 | 4,4 | 7,6 | 1,23 | 0,04 | |
| | | 23. 4. 13 | 15,2 | 5,4 | 0,93 | 0,08 | |
| 149 | 650 m unterhalb | 19. 4. 13 | — | — | 2,60 | 1,5 | Mittlerer Dogger |
| 150 | 250 m weiter unterhalb | 8. 10. 12 | 8,9 | 6,2 | 4,59 | 0,2 | Unterer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 2,80 | 1,6 | |
| 151 | Seitenbach von links | 8. 10. 12 | 11,4 | 5,2 | 5,74 | 0,3 | Unterer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 2,55 | 1,2 | |
| 152 | Der Hauptbach unterhalb der Vereinigung | 7. 10. 12 | 2,8 | 4,9 | 4,73 | 0,6 | Oberer Lias |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 2,42 | 12 | |
| 153 | Am Waldrand 700 m unterhalb | 19. 4. 13 | — | — | 2,42 | 15 | Unterer Lias |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 154 | Im Lehmensiek an der Schneise; 480 m vom Waldausgang | 8. 10. 12 | 7,1 | 7,4 | 2,74 | 0,1 | Mittlerer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 2,29 | 1,3 | |
| 155 | 80 m östlich benachbart | 8. 10. 12 | 11,1 | 8,0 | 2,85 | 0,03 | Mittlerer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 2,68 | 1,3 | |
| 156 | Oestlich benachbarter Wasserlauf | 8. 10. 12 | — | — | | versiegt | Grenze mittlerer-unterer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 2,42 | 0,8 | |
| 157 | Seitenbach 150 m östlich | 8. 10. 12 | 9,3 | 6,1 | 5,47 | 0,1 | Mittlerer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 3,86 | 1,2 | |
| 158 | Im Lichtenhagen (280 m östlich) | 8. 10. 12 | 11,3 | 5,6 | 3,20 | 0,6 | Grenze mittlerer-unterer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 3,1 | 2,2 | |
| 159 | 170 m östlich; an der Schneise | 8. 10. 12 | 11,3 | 5,6 | 3,20 | 0,6 | Grenze mittlerer-unterer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 3,1 | 2,2 | |
| 160 | 160 m östlich; an der Schneise | 8. 10. 12 | 10,0 | 6,4 | 5,20 | 0,1 | Mittlerer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 4,25 | 2,0 | |
| 161 | 240 m östlich; an der Schneise | 8. 10. 12 | — | — | | versiegt | Mittlerer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 2,29 | 0,6 | |
| 162 | 280 m östlich; an der Schneise | 8. 10. 12 | 11,2 | 7,0 | 2,82 | 0,05 | Mittlerer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 2,42 | 0,7 | |
| 163 | 160 m unterhalb am Waldrand | 19. 4. 13 | — | — | 2,40 | 0,9 | Unterer Dogger |
| 164 | 70 m östlich benachbart | 8. 10. 12 | 11,0 | 6,0 | 3,26 | 1,0 | Mittlerer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 2,55 | 1,3 | |
| 165 | 160 m unterhalb am Waldrand | 19. 4. 13 | — | — | 2,55 | 1,3 | Unterer Dogger |
| 166 | Nördlich Mainzholzen an der Straße nach Kaierde | 8. 10. 12 | 9,6 | 6,3 | 1,46 | 0,25 | Oberer Dogger |
| | | 19. 4. 13 | — | — | 2,29 | 0,4 | |
| 167 | 440 m unterhalb | 19. 4. 13 | — | — | 2,16 | 0,5 | Mittlerer Dogger |
| 168 | Rabenswend; westlicher Bach an der Schneise | 19. 4. 13 | — | — | 2,42 | 1,0 | Oberer Dogger |
| 169 | 410 m unterhalb am Waldrand | 19. 4. 13 | — | — | 2,40 | 1,0 | Unterer Dogger |
| 170 | 320 m östlich | 19. 4. 13 | — | — | 3,90 | 0,3 | Oberer Dogger |
| 171 | 470 m unterhalb am Waldrand | 19. 4. 13 | — | — | 2,42 | 0,2 | Unterer Dogger |
| 172 | 300 m östlich am Weg nahe dem Waldrand | 19. 4. 13 | — | — | 2,42 | 0,6 | Mittlerer Dogger |
| 173 | Oestlich benachbarter Wasserlauf oben an der Schneise | 19. 4. 13 | — | — | 4,79 | 0,2 | Oberer Dogger |
| 174 | 340 m unterhalb am Wege nahe dem Waldrand | 19. 4. 13 | — | — | 3,72 | 0,6 | Unterer Dogger |
| 175 | Oestlich benachbarter Wasserlauf an der Schneise | 19. 4. 13 | — | — | 3,85 | 0,1 | Oberer Dogger |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 176 | 370 m unterhalb am Wege nahe dem Waldrand | 19. 4. 13 | — | — | 2,68 | 0,6 | Unterer Dogger |
| 177 | Oestlich benachbarter Wasserlauf am Wege beim Waldrand | 19. 4. 13 | — | — | 2,45 | 0,3 | Unterer Dogger |
| 178 | Oestlich benachbarter Wasserlauf oben an der Schneise | 19. 4. 13 | — | — | 3,98 | 0,15 | Oberer Dogger |
| 179 | 400 m unterhalb am Wege nahe dem Waldrand | 19. 4. 13 | — | — | 2,55 | 0,5 | Unterer Dogger |
| 180 | 200 m östlich an der großen Schneise | 19. 4. 13 | — | — | 4,25 | 0,1 | Oberer Dogger |
| 181 | Seitenbach von links an der großen Schneise | 19. 4. 13 | — | — | 3,46 | 0,15 | Oberer Doggger |
| 182 | Vereinigter Bach 330 m unterhalb an dem Wege nahe dem Waldrand | 19. 4. 13 | — | — | 3,72 | 1,0 | Unterer Dogger |
| 183 | Oestlicher Bach im „Rabenswend“ oben an der Schneise | 19. 4. 13 | — | — | 2,68 | 0,1 | Oberer Dogger |
| 184 | 350 m unterhalb am Waldrand | 19. 4. 13 | — | — | 2,03 | 0,7 | Unterer Dogger |
| 185 | Seitenbach von links am Waldrand | 19. 4. 13 | — | — | 2,68 | 0,75 | Unterer Dogger |
| 186 | Bach nördlich Eimen (Quelle) | 21. 4. 13 | 10,0 | 6,2 | 1,0 | 0,12 | Neokomton |
| 187 | 300 m unterhalb an der großen Schneise | 19. 4. 13<br>21. 4. 13 | —<br>— | —<br>— | 1,90<br>1,90 | 0,3<br>1,0 | Grenze Ornatenton-oberer Dogger |
| 188 | 400 m unterhalb am Waldrand | 19. 4. 13 | — | — | 2,48 | 0,35 | Unterer Dogger |
| 189 | Im „Osterhagen“, westlicher Bach 100 m oberhalb der Schneise | 21. 4. 13 | — | — | 4,38 | 0,01 | Ornatenton |
| 190 | Dieser Bach an der Schneise | 21. 4. 13 | — | — | 3,85 | 0,08 | Grenze Ornatenton-oberer Dogger |
| 191 | 430 m unterhalb am Waldrand | 21. 4. 13 | — | — | 5,06 | 0,1 | Unterer Dogger |
| 192 | Oestlich benachbarter Bach an der Schneise | 21. 4. 13 | — | — | 2,60 | 0,2 | Grenze Ornatenton-oberer Dogger |
| 193 | Seitenbach von links | 21. 4. 13 | — | — | 2,81 | 0,25 | Grenze Ornatenton-oberer Dogger |
| 194 | Nächster Bach gegen Osten in der Schneise | 21. 4. 13 | — | — | 3,20 | 0,1 | Oberer Dogger |
| 195 | Hangquelle dabei | 21. 4. 13 | — | — | 3,20 | 1,0 | Unterer Dogger |
| 196 | 380 m unterhalb am Waldrand | 21. 4. 13 | — | — | 3,20 | 1,0 | Unterer Dogger |
| 197 | Oestlicher Bach im „Osterhagen“ | 21. 4. 13 | — | — | 2,42 | 0,2 | Grenze Ornatenton-oberer Dogger |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 198 | Seitenbach von links | 21. 4. 13 | — | — | 2,68 | 0,6 | Grenze Ornatenton-oberer Dogger |
| 199 | Hauptbach 380 m unterhalb am Waldrand | 21. 4. 13 | — | — | 3,07 | 0,7 | Unterer Dogger |
| 200 | 120 m östlich: einzelner Bach am Waldrand | 21. 4. 13 | — | — | 2,55 | 0,3 | Unterer Dogger |
| 201 | Taubentränke; Quelle nahe dem Hilskamm | 21. 4. 13<br>24. 4. 13 | 13,0<br>13,0 | 7,0<br>6,8 | 1,52<br>1,58 | 0,16<br>0,17 | Hilssandstein; gefaßte Quelle |
| 202 | 780 m unterhalb am Waldrand | 21. 4. 13 | — | — | 5,87 | 1,0 | Unterer Dogger |
| 203 | Seitenbach links am Waldrand | 21. 4. 13 | — | — | 3,72 | 0,8 | Unterer Dogger |
| 204 | Oestlich benachbarter Wasserlauf am Waldrand | 21. 4. 13 | — | — | 3,07 | 0,2 | Unterer Dogger |
| 205 | 80 m östlich am Waldrand | 21. 4. 13 | — | — | 3,46 | 0,2 | Unterer Dogger |
| 206 | Südöstlich der Jägerlinde am Hilskamm | 21. 4. 13 | — | — | 2,29 | 0,10 | Neokomton (Hangmoor) |
| 207 | 800 m unterhalb am Waldrand | 21. 4. 13 | — | — | 3,25 | 0,3 | Unterer Dogger |
| 208 | Oestlich benachbarter Wasserlauf | 21. 4. 13 | — | — | 1,27 | 0,25 | Neokomton (Hangmoor) |
| 209 | 720 m unterhalb | 21. 4. 13 | — | — | 3,20 | 0,3 | Mittlerer Dogger |
| 210 | An der Chaussee Wenzen-Kaierde | 21. 4. 13 | — | — | 4,25 | 0,05 | Neokomton (Hangmoor) |
| 211 | 760 m östlich auf gleicher Höhe, Beginn des Polschesieksgrabens | 21. 4. 13 | — | — | 1,90 | 0,08 | Neokomton |
| 212 | 500 m östlich | 21. 4. 13<br>24. 4. 13 | —<br>13,0 | —<br>6,8 | 1,20<br>1,25 | 0,45<br>0,4 | Gefaßte Quelle an der Grenze Hilssandstein-Ornatenton |
| 213 | An der Straße 240 m nordöstlich | 21. 4. 13 | — | — | 2,42 | 0,01< | Neokomton |
| 214 | Derselbe Wasserlauf 450 m unterhalb (— östlich) | 21. 4. 13 | — | — | 9,72 | 0,2 | Purbeckkalk |
| 215 | Derselbe Wasserlauf am Waldrand westlich von Stroit | 21. 4. 13 | — | — | 10,47 | 3,0 | Münder Mergel |
| 216 | Benachbarter Bach, 350 m südlich den Wald verlassend | 21. 4. 13 | — | — | 2,42 | 1 | Unterer Dogger |
| 217 | 100 m östlich von 213 | 21. 4. 13 | — | — | 1,90 | 0,1 | Neokomton |
| 218 | Derselbe Wasserlauf 100 m unterhalb (an dem bastionartigen Vorberg westlich von Ammensen) | 21. 4. 13 | — | — | 3,59 | 0,4 | Purbeckkalke |
| 219 | 200 m nördlich an der Straße nach Ammensen | 21. 4. 13 | — | — | 2,29 | 0,1 | Grenze Weald-Purbeckmergel |
| 220 | 100 m nördlich an derselben Straße | 21. 4. 13 | — | — | 3,74 | 0,05 | Grenze Weald-Purbeckmergel |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 221 | An der Straße nach Ammensen südwestlich des Teufelsberges | 15. 4. 13 | 5,5 | 4,3 | 6,15 | 0,6 | Purbeckkalk |
| 222 | Ebendort kurz oberhalb der Straße Kluftquelle in dem Wasserriß | 15. 4. 13 | 5,5 | 5,0 | 6,25 | 0,2 | Purbeckkalk |
| 223 | An derselben Straße am Südfuß des Teufelsberges | 15. 4. 13 | 5,5 | 3,0 | 4,79 | 0,2 | Purbeckmergel; das Wasser ist mit Schneewasser vermischt |
| 224 | Nördlich des Teufelsberges | 15. 4. 13 | 4,0 | 4,8 | 8,12 | 0,7 | Purbeckmergel |
| 225 | In der „Schiefen Halben“ am Ostfuß der Hühnenburg | 30. 9. 12 | 12,8 | 9 | 9,64 | 0,05 | Portlandkalk |
| 226 | 330 m nördlich | 30. 9. 12 | 12,8 | 9 | 9,20 | 0,3 | Portlandkalk |
| 227 | 380 m nördlich am Waldsaum | 30. 9. 12 | 12,8 | 9,05 | 10,92 | 0,25 | Portlandmergel |
| 228 | Im Wasserriß 800 m nördlich der Hühnenburg | 30. 9. 12 | 13,1 | 9,1 | 10,23 | 0,25 | Purbeckmergel |
| 229 | Kleiner Waldbach an der Straße 550 m südlich Düsterntal | 14. 4. 13 | 5,6 | 3,0 | 3,46 | 0,1 | Weald |
| 230 | Im Steinbergschen Wald zwischen Schweinsberg und Hühnenburg | 14. 4. 13 | 4 | 4,5 | 7,83 | 0,1< | Grenze Hilssandstein-Flammenmergel; nahe ist das Sammelbecken der neuen Wasserleitung für Gut und Schloß Düsternthal |
| 231 | Oberhalb Düsternthal beim ersten Fischteich | 30. 9. 12 | 13,1 | 8,4 | 2,48 | 0,5 | Grenze Hilssandstein-Neokomton; gefaßte Quelle für die Wasserleitung nach Düsternthal |
| 232 | Wiesenquelle 850 m südlich der Karlshütte Delligsen | 30. 9. 12 | 13,0 | 10,5 | >12,0 | 0,05 | Alluvium Kalkschotter |

## Die Entwässerung des Jurakammes im Nordosten und Nordwesten des Hils.

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 233 | Steinberg-Osthang; südlichster Bach | 8. 10. 12 | 11,4 | 9,9 | >12,0 | 0,05 | Unterer Dogger (Jurakalkschutt) |
| 234 | 350 m nördlich | 8. 10. 12 | 12,0 | 9,8 | 12,0 | 0,1 | Grenze oberer-mittlerer Dogger (Jurakalkschutt) |
| | | 9. 4. 13 | — | — | 10,17 | 1,0 | |
| 235 | Klarer Wasserlauf 180 m nördlich | 8. 10. 12 | — | — | trocken | | Unterer Dogger bzw. Grundmoräne in lehmiger Ausbildung |
| | | 9. 4. 13 | — | — | 12,0 | 0,05 | |
| 236 | Wiesengewässer zwischen Steinberg und Rattenberg | 8. 10. 12 | 9,3 | 9,1 | 11,52 | 0,5 | Lößlehm |
| 237 | Im Imsener Wald 600 m südlich Gerzen | 14. 4. 13 | 3,8 | 4,8 | 11,83 | 0,1 | Verwerfungs(?)quelle aus oberem Dogger |
| 238 | Derselbe Bach bei der Tongrube Gerzen (400 m unterhalb) | 9. 10. 12 | 10,8 | 6,1 | >12,0 | 0,1 | |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 239 | Quelle östlich der Tongrube | 9. 10. 12 | 10,8 | 9,0 | >12,0 | 0,1 | Posidonienschiefer |
| | | 9. 4. 13 | — | 5,8 | 11,69 | 1,2 | |
| | | 14. 4. 13 | 4,0 | 5,0 | 11,92 | 1,0 | |
| 240 | Wasserlauf zwischen Humberg und Steinberg | 8. 10. 12 | 11,0 | 9,9 | >12,0 | 4 | Lößlehm und Diluvialschotter |
| 241 | Reuberg, Nordosthang | 8. 10. 12 | 9,3 | 8,0 | 7,97 | 0,5 | Ornatenton (Jurakalkschutt) |
| | | 14. 4. 13 | 4,6 | 6,6 | 9,2 | 0,5 | |
| 242 | In der Gleneschlucht gegenüber der Lippoldshöhle | 8. 10. 12 | 7,9 | 9,3 | 8,99 | ca. 40 | Korallenoolith |
| | | 14. 4. 13 | 4,0 | 9,5 | 10,62 | „ 60 | |
| 243 | Die Glene etwas unterhalb | 8. 10. 12 | 9,0 | 9,1 | 9,14 | — | |
| | Die Wispe oberhalb Imsen | 9. 10. 13 | 11,2 | 10,0 | 7,83 | — | |
| 244 | Wiesenquelle auf den „Ithwiesen“ 1800 m südlich Kapellenhagen | 16. 4. 13 | 10,2 | 6,2 | >12,0 | 0,05 | Verwerfungs(?)quelle aus Eimbeckhäuser Plattenkalk |
| 245 | Am Ith unterhalb der Rotesteinhöhle | 22. 4. 13 | 16,0 | 10,0 | 9,28 | 0,01< | Ornatenton (Jurakalkschutt) |
| 246 | Am Ith unterhalb des Rotesteins | 22. 4. 13 | 15,0 | 5,6 | 11,22 | 0,3 | Kluftquelle im Ornatenton |
| 247 | An der Chaussee 400 m westlich Scharfoldendorf | 22. 4. 13 | 12,0 | 8,3 | 8,70 | 0,1 | Verwerfungs(?)quelle im Keuper |

Die Quellen auf der Außenseite des Hilskammes entstammen zum Teil als Ueberfallquellen dem Hilssandstein, zum anderen Teil leiten sie die Grundwassermassen ab, die sich in der Schuttbedeckung des Außenabhanges des Hilskammes sammeln. Diese Schuttbedeckung erreicht am Fuße des Hilskammes die Mächtigkeit von mehreren Metern, wie ein Aufschluß im Knippsiek zeigt. Zur Schottergewinnung wurde dort in dem Hilssandsteinschutt ein Steinbruch angelegt (s. No. 27), in dem in einer Tiefe von 1,40 m der Neokomton noch nicht freigelegt war. Auch sonst tritt bei Weganschnitten der Neokomton bzw. Wealdton meist nicht zutage. Noch in beträchtlicher Entfernung vom Hilskamm, so besonders im Duinger Wald, wurden Mächtigkeiten des Hilssandsteinschuttes von mindestens 1 m und mehr festgestellt. Die Betrachtung des Innern der Hilsmulde hat gezeigt, wie sehr die Schichtwasserquellen in ihren Eigenschaften von den Schuttgrundwasserquellen abweichen. Schon daraus ergibt sich die ursprüngliche grundsätzliche Verschiedenheit der Wässer auf der Außenseite des Hilskammes: auf der einen Seite die in allen ihren Eigenschaften ziemlich beständigen Ueberfallwässer, die entweder unmittelbar als Quelle aus dem Hilssandstein austreten, oder im Bereich des Gehängeschuttes noch gewisse Strecken abwärts fließen und erst weiter unterhalb mit teilweise veränderten Eigenschaften als Schuttgrundwässer austreten — auf der anderen Seite die reinen Schuttgrundwasserquellen, die von dem Niederschlag herrühren, der unmittelbar auf den Gehängeschutt aufgefallen ist.

Die Beschaffenheit des Gehängeschuttes an der Außenseite des Hilskammes bewirkt es, daß diese beiden Quelltypen durch kontinuierliche Uebergänge miteinander verbunden sind. Mit einer einzigen Ausnahme (No. 10) entspringen die Ueberfallquellen nicht dem anstehenden unzerrütteten Hilssandstein, sondern der aus demselben Gesteinsmaterial bestehenden Schuttbedeckung desselben.

Dasselbe Schuttmaterial greift auch auf das Liegende des Hilssandsteins, den Neokomton, und weiter den Wälderton, über, wobei die Beschaffenheit des Schuttes durch allmähliche Beimengung des

undurchlässigen Tonmaterials nur ganz langsam verändert wird. Auf große Erstreckungen hin bleiben dem Schutt, soweit hydrologische Verhältnisse in Betracht kommen, die Eigenschaften des anstehenden Hilssandsteins, da er lediglich aus feinem Quarzsand zusammengesetzt ist, in dem wenige größere Quarzbrocken eingestreut liegen.

Was einen Unterschied im Charakter des Grundwasserstromes erzeugt, ist zunächst in höherem Grade die starke Abnahme der Gehängeneigung, die sich fast überall beim Uebergang vom Hilssandstein zu den weichen Tonen in seinem Liegenden bemerkbar macht. Dieser flache Sockel des Steilanstiegs des Hilssandsteins ist vielfach von den zahlreichen Wasserrissen noch nicht erreicht, die den Fuß des Gebirges in eine große Anzahl einzelner Vorsprünge (Riedel) und Steilschluchten zerlegen, so daß sich seine terrassenartige Ebenheit sehr deutlich von dem unruhigen Relief weiter unterhalb abhebt. Da aber diese Vorterrasse in den verschiedenen Teilen des Hils sehr ungleichmäßig ausgebildet ist, zum Teil auch ganz fehlt, so gibt dieses morphologische Charakteristikum mit den ihm eigentümlichen hydrologischen Verhältnissen nicht die Möglichkeit an die Hand, die zahlreichen Grundwasseraustritte auf der Außenseite des Hilskammes in einzelne Typen zu gliedern.

Damit erübrigt sich die grundsätzliche Aufteilung der einzelnen Entwässerungssysteme in Höhenstufen. Die Diskussion der einzelnen Feststellungen wird deshalb in der Weise erfolgen, daß die am Außenrand des Hils auftretenden Entwässerungssysteme als Ganzes genommen und nun die einzelnen Eigenschaften, die an diesen hydrologischen Komplexen beobachtet werden, in Betracht gezogen werden.

## Anordnung der Quellen.

Fast auf der ganzen Front des Hilssandsteinsteilrandes fließt aus dem Liegenden des Hilssandsteins in gleichmäßiger Verteilung über meilenlange Erstreckung ein schwacher Schichtwasserstrom. Er fehlt nur auf der Strecke zwischen Burgberg und Rohnberg, unbedeutend ist er am Birkholz und am Bocksberg.

An ersterer Stelle wird ja der Steilrand gleichmäßig vom Hilssandstein und den ihn über- und unterlagernden Kreideschichten gebildet, so daß der Hilssandstein nur als ein schmales Band an dem gleichmäßig steilen Berghang erscheint. Bei Düsternthal und südlich von Delligsen wird auf anstehendem Hilssandstein Ackerbau getrieben, wohl der beste Beweis dafür, daß hier die Grenze Hilssandstein-Neokomton nicht durch den Austritt von Schichtwasser bezeichnet ist. Als ebenso schmales Band tritt uns der Hilssandstein am Spangenberg und Rhonberg gegenüber, wo er sanftere Anstiege bildet. In diesem Gebiet erklären sowohl die geringe Niederschlagsmenge, die auf dem Hilssandstein auftritt, wie sein steiles Einfallen das Fehlen eines gleichmäßigen Schichtwasseraustrittes.

Am Birkholz und am Bocksberg bildet der Hilssandstein zwar selbständige Erhebungen, die dem normalen Hilssandsteinkamm entsprechen, aber das Hilssandsteingebiet ist hier so beschränkt und zudem so überwiegend nach dem Muldeninnern geneigt, daß es erklärlich ist, wenn auch hier keine beträchtlichen, nach außen, d. h. entgegen dem Schichtfallen gerichteten Schichtwasserströme entstehen.

Ueberall sonst treffen wir den breiten Strom des entgegen dem Schichtfallen abfließenden Hilssandsteinschichtwassers. In der Regel kommt es dabei nicht zur Bildung von Quellen. Vielmehr ist der Fuß des Hilssandsteinsteilanstiegs meist durch feuchte, sumpfige Stellen gekennzeichnet, und ein fast ununterbrochener Kranz von Riedgräsern und Binsen zeigt uns rings um den Hils das Liegende des Hilssandsteins an. Daß es so wenig zur Quellbildung kommt, liegt einesteils an dem gleichmäßigen Anschnitt des Wasserträgers, der ohne wesentliche Vor- oder Zurückbiegungen, ohne starke Höhen-

unterschiede seines Liegenden kilometerlang fast gerade oder ganz schwach gekrümmt dahinzieht, dann auch an der Mächtigkeit und Durchlässigkeit des Gehängeschuttes, der sich gerade in dem Winkel zwischen dem Steilanstieg des Hilssandsteins und der flachen Böschung der liegenden Tone besonders anhäuft.

Die einzige Quelle, die unmittelbar aus anstehendem Hilssandstein entspringt, liegt an der Stelle, wo der Hilssandsteinabsturz die größte Steilheit besitzt. Einige anderen Quellen (No. 53, 202, 213) liegen auch ganz im Hilssandstein, doch ist bei ihnen eine ansehnliche Quellnische künstlich ausgehoben, und wir dürfen annehmen, daß auch sie ursprünglich nur eine Versumpfung des Bodens darstellten[1]). Die letzte der angeführten Quellen nimmt insofern noch eine Ausnahmestellung ein, als sie an der Verwerfung Hilssandstein-Ornatenton zutage tritt und so eine Modifikation des gewöhnlichen Ueberfalltypus darstellt. Aber auch in dieser Quelle tritt nur ein Teil des Schichtwasserstromes an die Oberfläche, wie daraus zu ersehen ist, daß die Ergiebigkeit des Wasserlaufes, der in dem groben Gehängeschutt unterhalb der Quelle einen sehr unregelmäßigen Verlauf nimmt, schon nach 200 m von 0,45 secl. auf 0,6 secl. angestiegen ist.

Es zeigt sich, daß die Menge des Hilssandsteinwassers, die entgegen dem Schichtfallen überfließt, sich der Messung entzieht; auch das Mengenverhältnis des mit und entgegen dem Schichtfallen abfließenden Wassers ist also nicht mit Bestimmtheit anzugeben. Wir wissen nur, daß um so mehr Wasser dem Schichtfallen folgt und in der immer tiefer als die Ueberfallquelle liegenden Stauquelle bzw. Schichtgrundwasserquelle austritt, je durchlässiger der Hilssandstein ist. Daher versiegte, wie erzählt wird südwestlich von Hohenbüchen eine starke, am Außenrand des Hilskammes liegende Quelle, als auf der Innenseite des Hilskammes nordwestlich von Grünenplan zur Eisengewinnung ein Stollen in den Hilssandstein getrieben wurde und dieser dem Hilssandsteinwasser einen bequemeren Abzug in der Richtung des Schichtfallens wies.

Das aus dem Hilssandstein übergeflossene Schichtwasser erzeugt auf der flach geneigten, schuttbedeckten Vorterrasse am Fuße des Steilanstieges ähnliche Verhältnisse, wie sie in den Quellrevieren der Stauquellen herrschen. Der überall vorhandene Schuttgrundwasserstrom liegt in großer Nähe der Oberfläche, und kleine Unregelmäßigkeiten und Vertiefungen des Reliefs genügen, um ihn zutage treten zu lassen. Der schwarze, morastige Moderboden, der sich über dem sehr nährstoffarmen, beständig durchfeuchteten Hilssandsteinschutt bildet, ist meist noch von einer dicken Laub- und Moosdecke überzogen. Ein Beschreiten dieser Gehängemoore ist nur unter erschwerenden Umständen möglich. Dieser Boden vermag auch die Niederschläge in hohem Maße festzuhalten; die Wirkungen der oberflächlichen Abtragung werden dadurch stark herabgemindert.

Der Uebertritt des Schuttgrundwasserstromes an die Tagesoberfläche erfolgt in der Regel an den oberen Anfängen der in die flache Vorterrasse sich einschneidenden Erosionsschluchten. Die Anordnung der Quellen, wenn man bei diesen Schuttgrundwasseraustritten von solchen sprechen kann, ist also ganz durch die Erosionsformen gegeben, an solchen Stellen nämlich, wo konvergierendes Gefälle mit der relativen Abnahme der Schuttmächtigkeit zusammenfällt.

Heute sind vielerorts die Austrittsstellen der Schuttgrundwässer künstlich geschaffen oder verlegt durch Anlage von Sickergräben zur Trockenlegung der moorigen Stellen und durch Ausschachtung

1) Daß die Ueberfallquellen am Außenrand des Hils an Querbrüche im Hilssandstein gebunden seien, wie in den Erörterungen zu Blatt Alfeld der geologischen Spezialkarte steht, konnte ich nirgends unmittelbar beobachten. Doch ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen.

von Sammelbecken zur Gewinnung von Quellwasser. Besonders nachhaltig wirkten die Straßenbauten. Die Vorterrasse vor dem Hilssandsteinsteilanstiege ist ihrer Lage und Beschaffenheit nach der von der Natur vorgezeichnete Ort zur Anlage einer Längsstraße. Diese ist auch auf allen Seiten des Hils schon gebaut. Als beschotterte Fahrstraße, meist mit Entwäserungsgräben zu beiden Seiten, ist sie ausgeführt zwischen Fier und Kirchensiek, und dann von der Hilsbaude bis zur Südostecke des Hils bei Stroit. In den senkrecht zum Gefälle streichenden Entwässerungsgräben wird alles von oben kommende Schuttgrundwasser fortgeleitet, oft auf weite Erstreckung. Quer zum Hang verlaufende Straßenbauten bedeuten immer eine erhebliche seitliche Verschiebung des Schuttgrundwasserstromes und meist eine vorzeitige Aufsammlung der Schuttwässer zu oberflächlichen Gewässern.

Das Beispiel einer Verlegung des Schuttwasserstromes bildet die Wirkung des Sammelbeckens der Hohenbüchener Wasserleitung. Dieses ist auf der Vorterrasse angelegt und konzentriert auf sich den breiten, in seiner Nachbarschaft fließenden Schuttgrundwasserstrom. Durch den beständigen Ueberlauf von 1—2 secl. (No. 24) wurde die nächstliegende, wenig tief eingeschnittene Wasserrinne, die bis zu dem Sammelbecken nur einen dünnen Wasserfaden beherbergt, plötzlich zum Bett eines für diese Höhenregion sehr beträchtlichen Gewässers. Der östlich benachbarte Wasserriß (No. 23), der dreimal so tief eingeschnitten ist, führt heute nur eine zehnmal geringere Wassermenge. Diese Unregelmäßigkeit läßt sich bei den Abflußverhältnissen dieses Gebietes nicht durch die Annahme erklären, daß unmitteibar oberflächlich abfließende Gewässer, die vornehmlich die Erosionsformen schaffen, auch ursprünglich in anderer Richtung abfließen könnten als die Schuttwasserströme, da deren Verlauf und Größe ja ebenso durch das Relief des Landes bedingt ist. Der Einfluß der verschiedenen Höhe der Erosionsbasis, bzw. verschiedenen Gefälles, der beim Vergleich größerer Komplexe im Hils sehr augenfällig ist, kommt bei so eng benachbarten Gebilden nicht in Betracht.

Weniger auffallend sind die Aenderungen, die der Lauf der Wässer in dem stark durchfurchten Gebiet unterhalb der Vorterrasse durch menschliche Eingriffe erfährt. Doch wirken auch hier die zahlreichen Entwässerungsgräben und Waldwege vielfach im Sinne einer seitlichen Verlegung der Schuttwasserströme. Wir sehen auf dem Rücken eines Riedels, auf dem sich nach dem natürlichen Gefälle kein Schuttgrundwasser sollte ansammeln können, einen Bach von beträchtlicher Ergiebigkeit entstehen (No. 138). Die auf den Karten verzeichnete „Salzquelle“ im Knippsiek ist heute nicht mehr vorhanden, jedenfalls infolge der Neuanlage der dortigen Straße.

Ganz allgemein ist also zu sagen, daß fast an keiner Stelle der Außenseite des Hils der Lauf der Grund- und Oberflächenwässer durch künstliche Einflüsse ganz unbeeinflußt geblieben ist.

Die Vorterrasse ist sehr gleichmäßig ausgebildet an der ganzen Nordwestseite des Hils vom Fier bis zum Hilsborn. Ihr entströmen die Wässer in gleichmäßiger Verteilung und auch in sehr gleichmäßiger Höhenlage. Hierher gehören alle über Neokomton liegenden Quellen von No. 8 bis No. 101.

Anders ist es auf der Südwestseite des Hils. In dem Störungsgebiet bei Holzen grenzen auf einer Erstreckung von 2 km die infolge ihrer starken Zerklüftung ziemlich durchlässigen Jurakalke an das Neokomtongebiet. Diese bringen den Schuttgrundwasserstrom teilweise zum Verschwinden, so daß sich hier keine regelmäßige Reihe von Wasserläufen an die Vorterrasse anschließt, obwohl diese hier und am Sandweg von der Asphaltgrube „Herzog Wilhelm“ bis zum Bohlweg zum Teil recht gut aus-

gebildet ist. Auf dem übrigen Teil der Südseite ist die Vorterrasse wieder sehr undeutlich ausgeprägt. Hier hebt sich der Hilssandsteinkamm mit einer geringeren Steilheit nur wenig aus der gesamten Hilsböschung hervor, und der Hilssandsteinschutt greift viel gleichmäßiger auf die liegenden Kreide- und Juratone über. Die Ursache dieser etwas abweichenden morphologischen Verhältnisse dürfte darin zu suchen sein, daß hier durchschnittlich nur 500 m vom Hilskamm entfernt der Ornatenton, ein Gestein von etwas abweichendem Verhalten gegenüber der Erosion, unmittelbar neben dem Neokomton ansteht.

Hydrologisch machen sich die geschilderten Verhältnisse in der Weise geltend, daß die Gehängemoore und die moorigen Stellen auf dieser Seite des Hils eine viel ungleichmäßigere Ausdehnung besitzen und zum Teil noch weit am Abhang hinabreichen. Die Anfänge ganz gleichartiger Wasserläufe liegen daher oft in sehr verschiedener Höhe[1]).

Da die Lage und Anordnung der Quellen im einzelnen fast durchweg, d. h. soweit nicht künstliche Eingriffe vorliegen, lediglich durch die Konfiguration der Erosionsgebilde gegeben ist, so ist sie auch nur einer rein morphologischen Fragestellung zugänglich; ihre Diskussion erübrigt sich also in der vorliegenden Arbeit.

An eine Verwerfung ist die große Quelle bei Holzen (No. 106) geknüpft. Doch ist die hier durchstreichende Verwerfung wohl nur für die Lage, nicht für den sonstigen Charakter der starken Karstquelle verantwortlich zu machen, deren Eigenschaften ganz in Uebereinstimmung stehen mit der Beschaffenheit ihres aus vielfach gestörten, durchlässigen Kalken bestehenden Einzugsgebietes. Ebenso hängt die Lage der kleinen Quelle östlich von Holzen (No. 112) wahrscheinlich mit der dort ausstreichenden Querverwerfung zusammen.

## Die Form der Quellen.

Die Form der Quellen auf der Außenseite des Hils ist, wie schon aus dem Obigen hervorgeht, im allgemeinen eine dreifache: entweder entspringen die Wässer, wie das beim natürlichen Zustand die Regel und auch heute noch sehr oft anzutreffen ist, aus Gehängemooren und moorigen Stellen, oder sie entströmen einer natürlichen Quellnische im Gehängeschutt, oder endlich ist die Quelle künstlich geschaffen, indem eine Ausschachtung irgendwelcher Art bis zum Grundwasserspiegel geführt wurde.

Der Ursprung vieler Wasserläufe entspricht jedoch, streng genommen, keinem dieser Typen. Die künstlichen Ausschachtungen z. B. verschwinden, wenn sie nicht beständig erneuert werden, infolge von Schuttbewegungen und durch Ausfüllung mit pflanzlichen Bestandteilen und geben wieder neuen Anlaß zur Vermoorung. So entstehen mannigfache Zwischenformen. Eine anscheinend natürliche Quellnische im Gehängeschutt, ohne Vermoorung ihrer Umgebung, wurde nur in einem einzigen Fall beobachtet (No. 130).

1) Während auf der Nordseite des Hils die meisten Wässer entweder unmittelbar an der Quelle oder in sehr großer Nähe derselben gemessen wurden, konnte dies auf der Südseite wegen der starken Vermoorung nicht durchgeführt werden. Als Beobachtungsstellen wurden daher die Schneisen gewählt, die, in gleicher Höhe und parallel dem Hilskamm ausgeschlagen, die Wässer in der gleichen Periode ihres Laufes queren. Wenn dabei in einem Falle ein größerer Teil des vom Wasser zurückgelegten Weges unterirdisch, in einem anderen Falle ein größerer Teil auf der Oberfläche zurückgelegt wurde, so konnte dies die Ergebnisse nicht wesentlich beeinflussen, da ja an anderen Stellen nachgewiesen wurde, daß es für den Härtegrad eines Wassers gleichgültig ist, ob es über dem Schutt oder im Schutt selbst dahinfließt.

### Ergiebigkeit.

Die Ergiebigkeit der Quellwässer auf der Außenseite des Hils ist sehr großen Schwankungen unterworfen, wie die Tabelle zeigt; und zwar werden diese Schwankungen um so stärker, je mehr wir uns vom Hilskamm entfernen und in das Gebiet der Tone kommen. Im Bereich der Vorterrasse wirken sowohl der anstehende Hilssandstein, wie die starke Schuttbedeckung als fassungskräftige Speicher der Niederschläge. Mit der Entfernung vom Hilskamm wird die Hilssandsteinschuttbedeckung dünner, zugleich, durch die Beimischung von Tonmaterial, undurchlässiger; das Niederschlagswasser wird also um so mehr zum sofortigen oberflächlichen Abfließen veranlaßt. Deutlich tritt dieser Unterschied zutage in den Ergiebigkeitsschwankungen, einmal im Bereich der regelmäßig ausgebildeten Vorterrasse (No. 8 bis 101), und dann im Gebiet des Doggers auf der Südseite (von No. 122—166). Im ersteren Fall sind Ergiebigkeitsschwankungen mit dem Ausmaß 1 : 5 schon Ausnahmen, im zweiten Fall sind solche von mindestens 1 : 10 die Regel. Naturgemäß nahm die Ergiebigkeit der oberflächlichen Wässer ganz allmählich zu, auch wo keine Quellen oder Wasserläufe in sie einmünden.

### Temperatur.

Die Temperatur aller dieser Schuttgrundwässer zeigt die allerengste Abhängigkeit von den meteorologischen Verhältnissen. Diese Abhängigkeit ist so groß, daß es schwer hält, einen Unterschied zwischen den Schuttgrundwässern der einzelnen Regionen zu finden. Selbst bei der Ueberfallquelle No. 10 entspricht einer Abnahme der Lufttemperatur von 6,8° eine solche des Quellwassers von 3°. Nachdem in zahlreichen Messungen die große Veränderlichkeit der Temperatur der Schuttgrundwässer unzweifelhaft festgestellt war, wurde im späteren Verlauf der Untersuchung bei den Schuttgrundwässern eine Messung der Temperatur nicht mehr vorgenommen. Die Quelle bei Holzen hebt sich naturgemäß durch die Gleichmäßigkeit ihrer Temperatur von den Schuttwässern deutlich ab.

### Härte.

Die Härte der Schuttgrundwässer erwies sich nach dem Ergebnis zahlreicher Bestimmungen annähernd als dieselbe, ob die Wasserprobe unmittelbar am Austritt des Wassers aus dem Schutt oder an irgendeiner Stelle des oberflächlichen Wasserlaufes entnommen wurde. Auch die oberflächlichen Wässer näherten sich in ihren einzelnen Luftstrecken bezüglich ihrer Härte ziemlich genau den Werten an, die für das unmittelbar aus dem entsprechenden Schutt hervortretende Wasser bezeichnend waren. Nur wenn die Gewässer dem Versiegen nahe waren, stieg die Härte oft beträchtlich über ihr Normalmaß, so bei No. 94, 130, 136, 150, 195 und 210. Diese Zunahme der Härte bei abnorm geringer Ergiebigkeit dürfte durch die verhältnismäßig starke Verdunstung zu erklären sein, der die Gewässer unterworfen sind, die ihr Bett eben noch zu benetzen imstande sind. Bei No. 94 wirkt steigernd noch der Umstand, daß hier der schuttbedeckte Neokomton, dem relativ weiche Wässer zugehören, unmittelbar an die Münder Mergel grenzt, so daß je nach den Niederschlagsverhältnissen bald sehr viel, bald annähernd gar keine Wässer auf diese überfließt. Bei allen stärkeren Gewässern aber, bei denen der Verdunstungsverlust gegenüber ihrer Wasserfülle nicht in Betracht kommt, zeigt die Härte eine geradezu auffallende lokale, wenn auch nicht über längere Zeiträume sich erstreckende Konstanz. So besitzt am SW-Hang des Spechtsbornskopfes nahe der Chaussee ein Wasserlauf auf Eimbeckhäuser Plattenkalk (No. 107) die Härte 10,02. Ganz nahe, etwa 50 m hangaufwärts verläuft ein künstlich vertiefter Wasserlauf quer zum Hang (No. 108), der, selbst eben noch im Bereich des Eimbeckhäuser

Plattenkalkes liegend, die Sickerwässer abfängt und weiterleitet, die von der hier ziemlich deutlich ausgeprägten, schuttbedeckten Neokomtonterrasse abfließen. Dieser Wasserlauf zeigte zu oberst am 18. 4. 13, nachdem es kurz zuvor geregnet hatte, bei einer Ergiebigkeit von 0,1 secl. die Härte von 3,20 Graden an. Nach 35 Minuten, als die Einwirkung des Regens auf die Ergiebigkeit aufgehört hatte, war die Ergiebigkeit an der betreffenden Stelle auf 0,05 secl. gesunken, die Härte betrug jedoch noch 3,20 Grade. Nach einem 80 m langen Lauf durch die Plattenkalke, während dessen die Ergiebigkeit von 0,1 auf 0,3 secl. gestiegen war, hatte die Härte von 3,20 zu 5,33 Graden zugenommen. Dieser Wert ist niedrig im Vergleich mit dem unmittelbar benachbarten Wasser von 10 Härtegraden, das lediglich aus Kalkgebiet stammt, sehr hoch dagegen, wenn wir bedenken, daß die Zunahme von 0,2 secl. ganz aus dem Hilssandsteinschutt der Vorterrasse stammt. Auch der Bach nördlich Eimen (No. 187) zeigte die Konstanz der Härte bei verschiedener Wasserführung; sowohl bei einer Ergiebigkeit von 0,3 secl. (am 19. 4. 13) wie bei einer solchen von 1,0 secl. (am 21. 4. 13) besitzt sein Wasser 1,90 Härtegrade.

Im Gegensatz zu dieser Konstanz der Härte innerhalb kürzerer Zeitabschnitte stehen die jahreszeitlichen Härteschwankungen, deren Erörterung weiter unten folgt.

Sehr geringe Härte, an der Außenseite des Hils durchschnittlich die geringste, besitzen die Wässer, die in unmittelbarer Nähe des anstehenden Hilssandsteins oder aus diesem selbst zutage traten. Doch besteht zuweilen, z. B. im Nordosten, nur ein geringer Unterschied von den Wässern der Vorterrasse. Unter sich zeigen die Wässer im Bereich des Hilssandsteins beträchtliche Härteverschiedenheiten, bei No. 36, 53, 69 und 201 von 0,83 bis zu 1,90 Härtegraden.

Bei den 25 Quellen aus dem Schutt über Neokomton ist die mittlere Härte 2,03. Auffallend ist, daß von den 13 Quellen auf Neokomton von No. 8 bis No. 30 im Fier und östlichen Knippsiek nur eine diesen Mittelwert überschreitet (No. 12 mit 2,7 Härtegraden), während von allen übrigen entsprechenden Quellen von No. 39 bis No. 217 nur 2 unter diesem Mittelwert bleiben (No. 148 mit im Mittel 1,13 und No. 217 mit 1,90 Härtegraden). Nördlich von Grünenplan läßt sich also ein geschlossenes Gebiet geringster Härte ausscheiden. In diesem liegt das weichste, im Bereich der Außenseite des Hils gemessene Wasser, No. 24, mit 0,77 Härtegraden. Wie verschieden aber die Wässer über Neokomton sein können, zeigt der Wasserlauf im Hilsborn (No. 102), der 5,42 Härtegrade aufweist. Hier, wo ein Gebiet zahlreicher Verwerfungen zwischen Neokomton und Münder Mergel oberflächlich durch eine mächtige Hilssandsteinschuttdecke maskiert ist, liegt allerdings die Vermutung nahe, daß das Bild der geologischen Spezialkarte den natürlichen Verhältnissen nicht im vollen Umfang gerecht wird. Die Wasserhärte von 5,42 Graden, die um 2 volle Härtegrade die nächsthöchsten, im Neokomtongebiet überhaupt festgestellten Härten, No. 95 und 100, die zudem in unmittelbarer Nähe der Münder Mergel festgestellt wurden und daher eine offenkundige Beeinflussung zeigen, übertrifft, macht es wahrscheinlich, daß hier die Grenze der Münder Mergel nicht, wie die Karte angibt, 220 m von der Beobachtungsstelle entfernt ist, sondern daß in der Klinge westlich von der Hilsbaude zum mindesten einzelne, etwa zwischen Verwerfungen eingeklemmte Schollen von Münder Mergel weiter nach O reichen.

Durchschnittlich härter und zugleich noch größeren Härteschwankungen unterworfen sind die Wässer über dem Weald, was bei der petrographischen Verschiedenheit dieser von mehreren Sandsteinbänken durchsetzten Tonschicht erklärlich ist. Bei 20 Gewässern, die im Weald entstehen, ist die

mittlere Härte 3,57 Grade. Auch hier wieder läßt sich am Nordrand des Hils vom Fier bis zum Borberg ein Gebiet geringer Härte ausscheiden, in dem der Mittelwert der Härte nicht erreicht wird. In diesem wurde am nördlichsten Seitenbach des Hilsbaches (No. 61) die geringste Härte im Weald mit 1,15 Graden festgestellt und zwar an einer Stelle, bei der es sich sowohl ihrer Lage wie ihrer Entfernung vom anstehenden Hilssandstein von 1200 m nach unmöglich um verlegtes Hilssandsteinwasser handeln konnte. In unmittelbarer Nähe des Borberges liegt das Gebiet, in dem die Wässer auf Wealdton die größte Härte besitzen. In der Forst Weenzen besitzt dort ein Seitenbach des Aulbaches (No. 78) die Härte von 9,72 Graden. Die Höhe des Abhanges, an dem dieser Bach entsteht, wird von Mergelkalken des Purbeck eingenommen, und eine jugendliche Erosionsschlucht am Westhang dieser Höhe deutet darauf hin, daß die Kammlinie früher weiter westlich lag, daß also der Ostabhang noch in ausgedehnterem Maße von diesen Mergelkalken eingenommen war. So ist es sehr wohl möglich, daß die Mergelkalke im Gehängeschutt weit über den Osthang verbreitet wurden, und daß diese Schuttreste seither noch die Härte der Schuttgrundwässer spürbar beeinflussen.

Diese Kalke und Mergel des oberen Jura verleihen durchweg den in ihren Bereich fließenden Wässern eine sehr beträchtliche Härte, meist über 8 Grade. Wo Gipspartien in den Münder Mergeln durchflossen werden, steigt die Härte regelmäßig auf mehr als 12 Härtegrade an.

Dem Ornatenton entströmen dort, wo er nahe unterhalb des Hilskammes liegt und nur von Hilssandsteinschutt bedeckt ist (No. 117, 187, 192 und 198), ziemlich weiche Wässer mit 1,90 bis 2,68 Härtegraden, woraus zu folgern ist, daß er selbst nicht viel lösliche Bestandteile enthält. Wo der Ornatenton jedoch am Fuß des Hilsabhanges ausstreicht, wie bei Holzen, und deshalb vom Schutt der jüngeren Jurakalke überlagert wird, entströmen ihm Wässer mit den für die Malmkalke bezeichnenden hohen Härtegraden (No. 112, 113, 114 und 115).

Auch für die Doggerschichten gilt naturgemäß, daß sie dort hohe Härtegrade liefern, wo sie von Malmkalkschutt überlagert sind (No. 122, 128 und 129). Im übrigen zeigen aber die Schuttgrundwässer auf Dogger, auch wenn man von extremen Steigerungen der Härte infolge starker Ergiebigkeitsabnahme absieht, große Härteverschiedenheiten.

Die mittlere Härte beträgt im oberen[1]) Dogger bei 9 Gewässern, deren Einzugsgebiet nicht durch benachbarten Malm beeinflußt ist, 3,62 Härtegrade, mit Schwankungen von 2,42 bis 4,79 Härtegraden, im mittleren Dogger bei 15 Gewässern 2,92 Grade, mit Schwankungen von 2,29 bis 4,23 Graden, im unteren bei 6 Gewässern 3,28 Grade, mit Schwankungen von 2,45 bis 3,46 Härtegraden. Diese auffallend starken Härteverschiedenheiten der Gewässer könnten angesichts ihrer sonstigen Gleichartigkeit die Annahme rechtfertigen, daß die Grenze zwischen Neokomton und Ornatenton nicht so völlig geradlinig und gleichmäßig verläuft, wie es die Karte angibt. Weiterhin ist zu bedenken, daß die so schwer zu erklärenden großen Härteunterschiede innerhalb des Doggers mit der Entfernung von jener Grenzlinie abnehmen; im oberen Dogger beträgt der Ausschlag der Schwankungen 2,37 Härtegrade, im mittleren 1,96 Grade, im unteren nur 1,01 Grade. In dem übergeflossenen Hilssandsteinschuttwasser und ebenso in den Gewässern des Neokom- und Ornatentons kann die Ursache der starken Härteverschiedenheit der Wässer im oberen Doggergebiet nicht liegen; auch in dem unteren Dogger finden wir eine relative Konstanz der Härte der Wässer; lediglich also die zum Teil sandigen Tone des oberen

1) Die Abgrenzung in oberen, mittleren und unteren Dogger auf der geologischen Karte, und ihr in diesen Ausführungen folgend, ist konstruiert und also nur ungefähr gültig.

Dogger sollten den Wässern eine ganz verschiedene Härte verleihen? Besonders auffallende Stellen liegen ungefähr im Lehmensiek und Lichtenhagen in der Nähe von No. 157 und 160, im Rabenswend in der Nähe von No. 180. Wenn auch ein voller Beweis nicht zu erbringen ist, so ist doch mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß hier an dem südwestlichen Abhang des Hilskammes an einzelnen Stellen unter der Hilssandsteinschuttdecke Gesteine mit einem größeren Karbonatgehalt anstehen, als ihn Neokomton, Ornatenton und Dogger besitzen.

Die Aenderungen der Härte der einzelnen Gewässer bei ihrem Lauf am Außenabhang des Hils sind in den einzelnen Gebieten durchaus nicht einheitlich, wie schon die Verschiedenheit der Härte innerhalb der einzelnen stratigraphisch-petrographischen Bezirke erwarten läßt. Eine summarische Regel ohne Ausnahmen finden wir nur dort, wo das Kalkgebiet des Malm an den Hils stößt und allen Gewässern sehr bald eine gleichmäßig hochgradige Härte verleiht.

Dort, wo aus dem Hilssandstein wenig oder gar kein Ueberfallwasser austritt, wie am Birkholz und Bocksberg (No. 1—7) und dann südöstlich von Delligsen am Teufelsberg (No. 221—224) und in der Schiefen Halben (No. 225—229), besitzen die Wasserläufe gleich zu Anfang eine beträchtliche Härte, die sich im Unterlauf nicht mehr wesentlich steigert.

Eine gleichmäßige Zunahme der Härte im Verlauf der Gewässer finden wir im Fier, beim Aulbach, dort, wo die Jurakalke an die Vorterrasse grenzen, also vom Hilsborn bis zum Wintjenberg; dann wieder zwischen dem Bohlweg und Lichtenhagen und endlich in dem Bogen zwischen Taubentränke und Teufelsberg.

Entgegengesetzte Härteschwankungen am selben Wasserlauf bestehen einmal im Knippsiek und im Osterhagen. An ersterer Stelle (No. 23—33) betrug die Härte der 7 einzelnen Wasserläufe im O je am Beginn am 7. 4. 13 im Durchschnitt 1,22 Grade. Nach der Vereinigung sämtlicher einzelner Wasserläufe zu einem großen Bach hatte dieser (No. 31) 580 m unterhalb der ersten Messungen am gleichen Tage die Härte von 2,02 Graden, die nach weiteren 420 m (No. 33) wieder auf 1,65 Grade zurückging.

Eine entsprechende Wiederholung derselben Verhältnisse zeigt der westliche Bach im Knippsiek; bei den 6 obersten Quellstellen beträgt die mittlere Härte 2,64 Grade; diese steigt bis zu der Vereinigung der einzelnen Wasserrisse auf 2,86 Grade und sinkt dann wieder auf 2,29 Grade. Auch in Kirchensiek beim Hilsbach finden wir dasselbe: zuerst Anstieg auf 3,72 Grade, dann wieder Abfall bis auf 2,94 Grade.

Möglicherweise hängt der beschriebene Härtegang dieser Wässer damit zusammen, daß sie im Oberlauf, wo die Härtezunahme stattfindet, in Steilrissen in das weiche Gestein eingeschnitten sind und intensiv mit diesem in Berührung kommen, während sie im Unterlauf mit geringem Gefälle, zum Teil in Mäandern, in breiten Betten dahinfließen und hier auch nur Wässer aus dem Schutt der flachen Niederungen aufnehmen.

Ebenfalls entgegengesetzte Härteschwankungen, aber im umgekehrten Sinn, finden wir im Osterhagen (No. 189—191). Die Härte an der Quelle im Ornatenton von 4,30 Graden sinkt nach 100 m an der oberen Doggergrenze bis auf 3,85 Grade, um dann nach weiteren 430 m im unteren Dogger wieder bis zu 5,06 Graden zu steigen.

Vielfache Härteschwankungen in verschiedenem Sinn zeigt der Hohenförsiek; dieses Gewässer

besitzt in den einzelnen Abschnitten seines Laufes in der Weenzer Forst nacheinander die Härten von 3,20—2,94—3,20—2,03—2,42 Graden.

Geringere Härte im Unterlauf gegenüber der im Oberlauf finden wir im Lichtenhagen (No. 162 bis 163) und verschiedentlich im Rabenswend (No. 168—169, 170—171, 173—174, 175—176, 178—179); es hängt dies zusammen mit der schon gewürdigten Unregelmäßigkeit der Härte in diesem Gebiet.

Bei den jahreszeitlichen Härteschwankungen, d. h. der Verschiedenheit von zwei Bestimmungen am gleichen Ort, die im Mittel um 5 Monate auseinanderliegen, ist deutlich ersichtlich, daß sie im allgemeinen — von den schon erwähnten Einzelfällen besonders geringer Ergiebigkeit abgesehen — nicht mit der wechselnden Ergiebigkeit im Zusammenhang stehen. Denn von den 79 Messungen, die im Frühjahr an denselben Stellen wie im Herbst vorgenommen wurden, und bei denen künstliche Beeinflussungen der Härte, z. B. durch Wiesendüngung, ausgeschlossen waren, finden wir bei 42 zwar entgegengesetzte Härte- und Ergiebigkeitsänderungen, in 37 anderen Fällen jedoch fällt gleichbleibende Härte mit wechselnder Ergiebigkeit oder wechselnde Härte mit gleichbleibender Ergiebigkeit zusammen, oder es ändern sich Härte und Ergiebigkeit im gleichen Sinn. Man ist daher genötigt, den Jahreszeiten an sich die Ursache der Härteschwankungen zuzuschreiben.

Im einzelnen waren die Härteschwankungen, wie folgt:

| Gebiet | Zahl der beobachteten Härteabnahmen im Frühjahr | Mittlerer Betrag derselben in Härtegraden | Zahl der beobachteten Härtezunahmen im Frühjahr | Mittlerer Betrag derselben in Härtegraden |
|---|---|---|---|---|
| Birkholz-Fier-Knippsiek-Kirchensiek | 22 | 0,73 | 5 | 0,99 |
| Hilsbach-Hohenförsiek-Aulbach | 6 | 0,80 | 2 | 0,49 |
| Borberg-Poppenburg | 5 | 0,62 | 10 | 1,01 |
| Spechtsbornskopf-Lichtenhagen | 22 | 2,18 | 4 | 0,99 |

Ganz überwiegend also waren die Schuttwässer im Frühjahr weicher als im Herbst; nur in dem Kalkgebiete zwischen Borberg und Poppenburg, im Gebiet der größten Härte, überwiegt im Frühjahr die Härtezunahme.

Angesichts der Härtezunahme im Herbst ist man zunächst versucht, an die Einwirkung des Laubfalles zu denken, der in der fraglichen Zeit eben statthatte. Doch zeigten die Wässer im Frühjahr dieselbe Abnahme, ganz gleichgültig, ob sie im Laub- und Nadelwald flossen, und so kann die Auflösung der mineralischen Bestandteile der Blätter nicht wohl die Ursache der gesteigerten Härte im Herbst sein. Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine Erscheinung, bei der die kolloidale Natur der meisten Bodensubstanzen eine Rolle spielt, und die eine Aufklärung mehr vom Standpunkt der Bodenkunde als der Geologie aus finden kann.

Im allgemeinen steht also die Gesamtheit der Schuttwässer an der Außenseite des Hils bezüglich der Härte vermöge ihrer Ungleichheit und Veränderlichkeit in einem Gegensatz zu den viel konstanteren Schichtwässern im Innern der Hilsmulde.

Wenig ist von den Quellen des Jurakammes zu sagen. Es fehlt, schon infolge der geringen

Zahl der Quellen im Malm, die große Masse der Einzelbeobachtungen, deren Vergleich erst die generellen Züge der Quellen von den individuellen zu unterscheiden gestattet.

Auffallend ist, daß die Quelle im Posidonomyenschiefer bei der Tongrube Gerzen (No. 239), die nahe der Verwerfung entspringt, an welcher Braun-Jura δ in das Niveau der Posidonomyenschiefer abgesunken ist, so wechselnde Temperatur zeigte; einem Ausschlag der Temperaturschwankung der Luft von 6,8° entspricht in ihrem Wasser ein solcher von 4°. Wahrscheinlich wird diese Unbeständigkeit durch ihre Lage seitlich im Grund eines kleinen Taleinschnittes bedingt: sie wird nicht nur von der Verwerfungsspalte aus, sondern gleichzeitig auch durch den Schuttgrundwasserstrom dieser Rinne gespeist.

Die Quellen am Reuberg (No. 241), auf den Ithwiesen (No. 245) und die beiden Quellen am Steilhang des Ith (No. 245 und 246) sollen nach den Begleitworten zur geologischen Spezialkarte an Querbrüche gebunden sein. Von den beiden Quellen am Ithsteilhang entsteht die Quelle unterhalb der Rotesteinhöhle lediglich aus oberflächlichem Gehängeschutt, wie neben ihrer Form auch ihre Temperatur beweist; möglich bleibt es immerhin, daß sie eine verlegte Verwerfungsquelle ist. Die Quelle unterhalb des Rotesteins tritt unmittelbar aus einer Gesteinskluft aus, und daß dies ihre primäre Austrittsstelle ist, beweist ihre für den sommerlichen Tag sehr niedrige Temperatur von 5,6°.

Die Quelle in der Gleneschlucht, die heute zu Wasserleitungszwecken gefaßt ist, entspricht in ihrem Charakter ganz der Holzener Quelle.

## 2. Das Ohmgebirge.

Das Ohmgebirge ragt als eine isolierte Muschelkalkscholle ziemlich schroff aus den sanften Buntsandsteinhügeln des Eichsfeldes empor. Das nächstliegende Gebiet, in dem der Muschelkalk in größerer Ausdehnung auftritt, ist der Dün, dessen nach N gerichteter Steilabsturz in einer Entfernung von 8—20 km einen großen, nach N offenen Bogen um das Ohmgebirge beschreibt.

Seinem Umfang nach ist das Ohmgebirge ein annähernd quadratisches Rechteck, dessen einzelne Seiten ungefähr 6 km lang sind. Von seiner höchsten Stelle, dem 535 m hohen Birkenberg nördlich von Kaltohmfeld aus erscheint es als ein flaches Hochplateau, das allseits in dichtbewaldeten Steilhängen zu dem flachhügeligen Land zu seinen Füßen abfällt. Ueberall greift der Wald noch so weit auf das Hochplateau über, als sich die Steilschluchten vom Rande aus in dieses eingenagt haben. In der Mitte dagegen finden wir waldloses Acker- und Weidengelände.

An zwei Stellen, im N und im S, unterbrechen größere Einschnitte die sonst so geschlossene Umrandung des Ohmgebirges; im N ist es das ziemlich breitsohlige Tal des namenlosen Baches, der bei Holungen das Gebirge verläßt, im S oder genauer im SSO die breite Talaue des Ritterbaches, die von Worbis aus das Innere des Ohmgebirges erschließt, und die erst in ihrem obersten Abschnitt, dem „Sachsental", schroffere Formen annimmt. Eine dritte, schärfer eingeschnittene Talung reicht von O, von Haynrode, beinahe bis zur Mitte des Plateaus.

So wird das Ohmgebirge in drei ziemlich deutlich voneinander getrennte Teile gegliedert. Davon besitzt der nordöstliche Abschnitt die größte Höhe; hier erhebt sich neben dem schon erwähnten Birkenberg die Sonder bis zu 511 m, der Ohmberg bis zu 527 m. Annähernd so hoch ist der westliche Teil in seiner nördlichen Hälfte; er erreicht hier im Borberg die Höhe von 528 m, im Ochsenberg die von 514 m; nach S zu senkt sich dieser Teil des Ohmgebirges immer mehr und erreicht an der SW-Ecke

im Kanstein nur noch die Höhe von 432 m. Der südöstliche Teil besitzt eine mittlere und sehr gleichmäßige Höhe; im Himburg erreicht er 473 m, im Mittelberg 464 m und im Langenberg 461 m Höhe. Im allgemeinen besitzt also das Ohmgebirge seine größten Höhen im N und senkt sich etwas nach S. Auch die relative Höhe des Ohmgebirges ist im N größer als im S; sie beträgt im N am Schwarzenberg bei Wildungen und Brehme je 160 m; an der Sonder bei Holungen 170 m und am benachbarten Ohmberge 190 m; im S erheben sich jedoch der Kanstein nur 140 m, der Hardtberg bei Worbis nur 100 m, der Langenberg bei Kirchworbis 160 m über die Talsohle der Hahle und Wipper.

Am Aufbau des Ohmgebirges ist, wie schon erwähnt, vorwiegend der Muschelkalk beteiligt. Der 95 m mächtige Untere Muschelkalk besteht aus teils mergelig-wulstigen, teils festen und ebenflächigen Kalken, die von 4 in ziemlich gleichmäßigen Horizonten durchziehenden Schaumkalkstufen weiter gegliedert werden. In dem 38 m mächtigen Mittleren Muschelkalk, der Dolomitgruppe, herrschen mergelige und dolomitische Kalke vor. Im oberen Muschelkalk ist leicht der 10 m mächtige, aus festen Kalkbänken bestehende Trochitenkalk von dem Nodosenkalk zu unterscheiden, der in einer Mächtigkeit von 40 m einen Wechsel von Kalkbänken, Zügen von einzelnen Kalkplatten und Tonlagen zeigt. Im unteren Teil überwiegt der Kalk, im oberen der Ton.

Ueber dem Muschelkalk finden sich bunte Schieferletten und Ton, zwischen denen eine Ockerkalklage mit *Myophoria Goldfussi* Alb. eingeschaltet ist. Außerdem findet sich bei Kirchohmfeld ein graugelber, glimmeriger Sandstein mit undeutlichen Pflanzenresten. v. Seebach stellte deshalb diese Ablagerungen zum Kohlenkeuper, dessen nächstes Ausgehendes nahe dem Nordrand des Thüringer Beckens liegt.

Nach dem heutigen Stand unserer Kenntnis des Ohmgebirges sind dort keine Ablagerungen der jüngeren Keuperschichten, des Jura und der unteren Kreide erhalten; erst aus dem Cenoman sind uns wieder Ablagerungen bekannt. Vermutlich war vor der cenomanen Transgression das Gebiet des Ohmgebirges nicht nur gehoben worden, sondern auch schon disloziert und einer in ihrem Ausmaß unbekannten Abtragung unterworfen, so daß aus dem Fehlen der zwischen Kohlenkeuper und Cenoman liegenden Schichten nicht geschlossen werden kann, daß sie alle nicht abgelagert wurden.

Die Kreideablagerung besteht aus einer unteren, 11 m mächtigen Schicht von glaukonitischem Sand mit unreinen Hornsteinen, dem Grünsand und einer oberen, ungefähr 19 m mächtigen Lage von hellgrauweißem Mergelkalk, dem Pläner. Nach dem Fossilinhalt entspricht der Grünsand dem cenomanen Grünsand von Essen, der Tourtia, der Pläner dem unteren oder cenomanen Pläner mit *Ammonites varians* Sow. Während der Keuper seine Fortsetzung im Süden hatte, zeigt die Fazies der beiden Kreidebildungen, daß sie im Norden ihr nächstes Aequivalent haben und dem niedersächsischen Bildungsraum angehören.

Tektonisch[1]) stellt das Ohmgebirge in der Hauptsache, d. h. zwischen Borberg, Birkenberg, Kälberberg, Oberberg und Iberg, eine Mulde von ungefähr quadratischem Grundriß dar. Der Muldentypus ist sehr klar ausgeprägt auf der W- und NW-Seite des Gebirges; überall fallen hier die Schichten nach der Mitte des Ohmgebirges ein; im O und NO dagegen, von der Sonder bis zum Mittelberg finden wir gegen den Rand des Gebirges eine starke Verflachung des Schichtfallens, vielfach bis zur söhligen Lagerung. Daneben sind hier im Gebiet des Steilrandes einige Schollen in den verschiedensten Richtungen verstürzt und gegeneinander verlagert, was sowohl auf Rutschbewegungen zurückzuführen

1) Siehe die Strukturkartenskizze.

sein dürfte, wie auf die Auflösung von Rötgipsen im Liegenden, die sich auch sonst in dieser Gegend am Fuße des Ohmgebirges überall bemerkbar macht. Der S-Rand zeigt sich in der Iberg- und der viel ausgedehnteren Langenbergaufwölbung am unabhängigsten von dem sonst so einheitlichen Muldencharakter. Außer diesen beiden Sätteln findet sich noch an einer dritten Stelle, nordöstlich von Kirchohmfeld, eine kleine Aufwölbung von ganz lokaler Bedeutung.

Stark beeinflußt wird die Ohmgebirgsmulde durch das Hereingreifen der beiden Mulden, die von Breitenbach nach Worbis und von Weißenborn nach Holungen auf das Ohmgebirge zu verlaufen und sich in diesem weiter fortsetzen. Beide Mulden sind außerhalb des Ohmgebirges grabenartig zwischen Buntsandstein eingesunken; ihre Randverwerfungen setzen sich teilweise auch noch in das Innere des Ohmgebirges fort, und zwar im S vom Schützenhaus Worbis bis zum Knickelberg, im N im Verlauf des Holunger Baches bis in die Gegend der Köpfe und der Heinerköpfe. Die südliche Mulde verflacht sich anscheinend nach N immer mehr und geht so ganz allmählich in die Hauptmulde des Ohmgebirges über[1]). Die Weißenborn-Holunger Mulde besitzt in ihrer Mitte nordöstlich des Sonnensteins eine Verflachung; sie verflacht sich auch etwas beim Eintritt in das Ohmgebirge und schwenkt zugleich aus der NNO—SSW-Richtung in die N—S-Richtung um; schon nach einem weiteren Kilometer geht sie wieder in die alte Richtung über, um dann nach einem vorübergehend sehr steilen Einfallen sich nördlich des Ochsenberges sehr rasch zu verflachen und in die Hauptmulde des Ohmgebirges überzugehen.

Sowohl die Breitenbach-Worbiser wie die Weißenborn-Holunger Mulde besitzen im allgemeinen SSW-NNO-Streichen; sie liegen jedoch nicht in einer Linie; vielmehr erscheint die nördliche Mulde $2^1/_2$ km von der Verlängerung der südlichen aus nach W verschoben. In der Gegend des Kleinberges und der Dorfstelle Huchelheim, wo die Einflüsse der beiden von N und S in das Ohmgebirge eintretenden Mulden ausklingend sich begegnen, entsteht eine eigentümlich wellenförmige Lagerung der Schichten.

Die Oberflächengestaltung im Ohmgebirge zeigt eine große Abhängigkeit von der Tektonik. Schichtstufen bilden das Hauptelement der Landschaftsformen; ihre infolge des Muldenbaues im großen und ganzen kreisförmige Anordnung bewirkt die rundum abgeschlossene Gestalt des Ohmgebirges. Die 2. und 3. Schaumkalkstufe im oberen Wellenkalk bezeichnen den Rand des Plateaus, auf dem sich die Trochiten- und Nodosenschichten meist zu einem neuen Steilanstieg erheben; sie bilden eine neue, dem Wellenkalkplateau konzentrisch aufgelagerte Schichtstufe, deren Oberfläche (Stufenlehne) vielfach mit dem Schichtfallen ungefähr zusammenfällt.

Die beiden von N und S auf das Ohmgebirge zu verlaufenden eingebrochenen Muschelkalkmulden erheben sich außerhalb des Ohmgebirges als Berge über ihre Umgebung; es ist dies der Klien im S und die Bergkette vom Sonnenstein bis zum Hübelberg im N. Der verschiedene Widerstand des Muschelkalkes und des Bundsandsteines gegenüber den abtragenden Kräften hat hier wie so vielerorts bei einer Neubelebung der Erosion die Umkehrung des Reliefs hervorgerufen. — Anders verhält es sich dort, wo diese beiden eingebrochenen Mulden in die Hauptmulde des Ohmgebirges übergehen; hier kommen die eingesunkenen Muschelkalkschichten neben Gesteinen von gleichartiger petrographischer

1) Zu dieser Auffassung führten mich die Ergebnisse der Aufnahme von v. SEEBACH und die nur an verhältnismäßig wenigen Punkten mögliche unmittelbare Feststellung des Streichens und Fallens der Schichten (siehe die unten folgende Tabelle, besonders No. 12, 72, 73, 75, 76, 77 und 78).

Beschaffenheit zu liegen; ja, in der südlichen Mulde, in deren Mitte größere Partien von Keuper und oberer Kreide liegen, bezeichnet das Muldenienere sogar eine Region geringeren Widerstandes gegenüber der Abtragung; ebenso dürfte dies bei der nördlichen Mulde der Fall gewesen sein zu einer Zeit, als die Erosion noch nicht so weit vorgeschritten war und auch in dieser Mulde in weiterer Ausdehnung als heute Kreide- und vielleicht auch Keuperschichten noch erhalten waren. So ist es verständlich, wenn die beiden, von N und S in das Ohmgebirge übergreifenden Mulden beim Eintritt in das Ohmgebirge morphologisch zu Niederungen werden. Bei Worbis ist diese Niederung so ausgedehnt, daß von hier aus das Ohmgebirge nur den Eindruck einer Reihe von sanften Anhöhen erzeugt. Bei Holungen kommt die Asymmetrie der Weißenborn-Holunger Mulde beim Eintritt in das Ohmgebirge im Landschaftsbild sehr deutlich zum Ausdruck. Vom Schwarzenberg im W aus senkt sich der linke Talhang des Holunger Baches in einer gleichmäßig sanften Böschung bis zur Talsohle, deren Verlauf ja hier durch eine Verwerfung vorgezeichnet ist; der rechte Teilhang, der tektonisch den emporgehobenen Flügel der Verwerfung bezeichnet, steigt viel steiler in einer nur halb so langen horizontalen Erstreckung zum Plateau der Sonder an, das den Schwarzenberg hier um rund 40 m an Höhe übertrifft.

Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt im Ohmgebirge nach Hellman 80—90 cm [1]).

Für den Wasserhaushalt des Ohmgebirges ist in erster Linie die Lage der Schichtgrenze Röt-Wellenkalk maßgebend; denn in diesem Horizont wird der im allgemeinen durchlässige Komplex des Muschelkalkes durch undurchlässige Tone nach unten abgeschlossen. Alle übrigen stratigraphisch-petrographischen Gesteinsverschiedenheiten spielen dem gegenüber nur eine untergeordnete Rolle. Zwar sind die Tourtia und der Keupermergel ebenfalls undurchlässig; aber bei ihrer geringen Verbreitung kommen sie zur Quellbildung nur wenig in Betracht; im Gebiet des Grünsandes entspringen südlich von Kaltohmfeld einige ganz unbedeutende Wiesenquellen, im Keuper findet man überhaupt keine Quellen. Eine gewisse hydrologische Bedeutung erlangt der Keuper infolge seiner Undurchlässigkeit als stauende Barre über dem im ganzen undurchlässigen Muschelkalk. Beim mittleren Muschelkalk, sowie bei den Trochiten- und Nodosenschichten ist der Tongehalt der Kalke und Dolomite so stark, daß die Verschmierung der Gesteinsklüfte mit Verwitterungslehm die Durchlässigkeit vielerorts annähernd aufhebt. Als Beweis dafür können die verschiedenen Stauweiher gelten, die in Kirchohmfeld auf mittlerem Muschelkalk und auf der Hochfläche zwischen Kirchohmfeld und Bornberg auf Nodosenkalk angelegt sind. Dieselbe geringe Durchlässigkeit des mittleren und oberen Muschelkalkes zeigt sich auch nach starken Niederschlägen, wenn die aus dem Inneren des Ohmgebirges kommenden Bäche ganz gewaltig anschwellen.

Andererseits weist die in fast allen Aufschlüssen sich zeigende starke Zerklüftung der Kalke und die Lage der allermeisten Quellen im Ohmgebirge an der unteren Grenze des Muschelkalkes auf eine nicht unerhebliche Gesamtdurchlässigkeit dieser Schichten hin. Zu bedenken ist noch, daß das Gebiet des mittleren Muschelkalkes und der Trochiten- und Nodosenschichten mit einziger Ausnahme des Oberberges und Mittelberges Acker- und Weideland ist, während der Wellenkalk fast ebenso regelmäßig von Wald besetzt ist. Nach alledem sind wir zu dem Schlusse berechtigt, daß die gesamte Gesteinsmasse des Ohmgebirges vermöge ihrer immerhin beschränkten Durchlässigkeit die Niederschläge um so weniger in sich aufnehmen kann, je heftiger diese sind, und daß die Durchlässigkeit im Wellenkalk größer ist als in den jüngeren Muschelkalkschichten.

1) K. Keilhack, Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde. Berlin 1912. taf. 1.

Abgesehen von den wenigen reinen Schuttgrundwasserquellen im Inneren des Ohmgebirges und in seiner Nachbarschaft sind also alle Quellen, die wir finden, im ganzen einheitlicher Entstehung. Das Schichtwasser des Muschelkalkes sammelt sich im Grund der Mulde zu einem Grundwassersee an, der am Rand der Mulde an einzelnen Stellen zum Ueberfließen kommt und so einen Kranz von entgegen dem Schichtfallen ausfließenden Ueberfallquellen rings um das Ohmgebirge entstehen läßt. Die Entwässerung ist also im Ohmgebirge im Gegensatz zur Hilsmulde trotz der tektonischen Uebereinstimmung fast nur zentrifugal.

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Höhe in m über NN[1]) | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1. Quellen an der Grenze Wellenkalk-Röt. | | | | | | | |
| 1 | Neunspringe (Hahlequelle) | 12. 3. 13 | 6,5 | 8,3 | 12 | ca. 40 | 335 | |
| | | 26. 4. 13 | 15,0 | 8,8 | 12 | ca. 40 | | |
| 2 | Altenbrunnen westlich Worbis | 11. 3. 13 | 5,8 | 7,6 | 10,17 | 1,1 | 315 | |
| | | 26. 4. 13 | 15,2 | 7,95 | 10,05 | 1,4 | | |
| 3 | Waldquelle am SW-Hang des Iberges | 11. 3. 13 | 7,0 | 7,0 | 7,17 | 0,2 | 355 | |
| | | 26. 4. 13 | 15,0 | 7,9 | 7,27 | 0,18 | | |
| 4 | Am Waldrand westlich Kanstein | 11. 3. 13 | 9,8 | 5,0 | 11,22 | 0,12 | 317 | Durch Schutt verlegt |
| | | 26. 4. 13 | 18,0 | 7,2 | 11,0 | 0,12 | | |
| 5 | Wiesenquelle im Hahletal zwischen Chaussee und Bahnkörper | 11. 3. 13 | 10,5 | 8,0 | >12 | 0,5 | | Durch Schutt verlegt |
| | | 26. 4. 13 | 18,0 | 8,6 | >12 | 0,4 | | |
| 6 | An der Straße Wintzingenrode-Adelsborn | 15. 3. 13 | 7,0 | 8,0 | 11,84 | 20,0 | 338 | |
| | | 26. 4. 13 | 17,0 | 8,6 | 12,0 | 20,0 | | |
| 7 | Im Tellergrund | 15. 3. 13 | — | — | 12 | 0,4 | 340 | Entsteht allmählich aus Talschutt |
| 8 | Im Dustergrund | 15. 3. 13 | — | — | 10,17 | 0,75 | 340 | Entsteht allmählich aus Talschutt |
| 9 | Im Silbergrund | 15. 3. 13 | — | — | 9,57 | 1,75 | 358 | Entsteht allmählich aus Talschutt |
| 10 | Der Bach nördlich Wintzingerode beim Bodenstein | 15. 3. 13 | — | — | 9,87 | 8 | 312 | |
| 11 | In der „Hölle“ am Kalkberg | 15. 3. 13 | — | — | 10,17 | 2 | 355 | Durch Schutt verlegt |
| 12 | Oestlich Brehme Hangquelle am Waldrand | 15. 3. 13 | — | — | 9,87 | 0,2 | 330 | Durch Schutt wenig verlegt |
| | | 28. 4. 13 | — | — | | versiegt | | |
| 13 | Im Kessel östlich Brehme; Wiesenquelle in der Mitte | 28. 4. 13 | 24 | 8,8 | >12 | 1,5 | 318 | In Hauptbuntsandstein verlegt durch Auslaugungsspalten in Rötgipsen und durch Schutt |
| 14 | Im Kessel östlich Brehme; Quelle am NO-Hang | 28. 4. 13 | 24 | 8,8 | >12 | 6 | 318 | In Hauptbuntsandstein verlegt durch Auslaugungsspalten in Rötgipsen |
| 15 | Am S-Hang des Butterberges | 28. 4. 13 | 14,0 | 8,7 | 11,2 | 1,0 | 335 | Durch Schutt verlegt |
| 16 | Im Ochsental 750 m südwestlich Gerode | 28. 4. 13 | 16,0 | 8,2 | 12 | 20 | 320 | |
| 17 | Waldquelle am NO-Fuß der Sonder bei Holungen | 19. 3. 13 | — | 6,6 | 10,92 | 1,5 | 393 | |
| | | 28. 4. 13 | 16,0 | 8,0 | 11,0 | 1,4 | | |
| 18 | 200 m unterhalb beim Ausfluß aus dem Stauweiher | 17. 3. 13 | — | — | 12 | 3 | 368 | |

1) Höhenzahlen nach der topographischen Spezialkarte 1 : 25 000. Auf eine besondere Signatur zur Darstellung der Konfiguration der oberflächlichen Gewässer wurde in dieser Tabelle verzichtet, da im Ohmgebirge keine vielverzweigten Gewässer vorkommen.

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Höhe in m über NN | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | Fischbachquelle | 19. 3. 13 | — | — | 11,22 | 0,5 | 388 | Durch Schutt verlegt |
| 20 | Fischbach 400 m unterhalb | 14. 3. 13 | — | — | 11,69 | 7 | | |
| 21 | Hangquelle nördlich der Wilden Kirche | 14. 3. 13 | — | — | 11,53 | 0,6 | 365 | Durch Schutt verlegt |
| 22 | Hangquelle südlich des Kaliwerks bei Bischofferode | 14. 3. 13 | — | — | 11,53 | 0,4 | 368 | Durch Schutt verlegt |
| 23 | Am Ohmberg südlich der Hauröder Klippe | 14. 3. 13 | 11,0 | 7,0 | 11,52 | 0,3< | 470 | |
| 24 | Südlicher Nebenbach | 14. 3. 13 | — | — | 11,07 | — | 418 | |
| 25 | Derselbe Bach am Waldrand | 14. 3. 13 | — | — | 11,93 | 10 | 333 | |
| 26 | Zwischen Bautentalsköpfen und Brandkopf | 14. 3. 13 | — | — | 11,07 | 1,5< | 646 | Ergiebigkeit (65 m unterhalb) ca. 15 secl. |
| 27 | Wiesenquelle neben diesem Bach, 100 m unterhalb des Waldrandes | 14. 3. 13 | — | 7,2 | 11,07 | 2,0 | 380 | |
| 28 | Beim Forsthaus Mariental | 14. 3. 13 | — | — | 9,42 | 2,0 | ca. 390 | Durch Schutt verlegt |
| 29 | Waldquelle im Schmidtal | 14. 3. 13 | 8,2 | 6,3 | 9,13 | 0,2 | 420 | Ergiebigkeit des Baches am Waldrand 3,5 secl. |
| 30 | Bach unterhalb der Dorfstelle Hoscherode | 13. 3. 13 | — | — | 10,92 | ca. 25,0< | — | Entsteht aus Wiesenentwässerungsgräben |
| 31 | Im Quellgebiet am N-Hang des Himberges | 20. 3. 13 | — | — | 12 | 1,0 | 370 | |
| 32 | Westlich Forsthaus Hahn | 13. 3. 13 | 6,0 | 7,1 | 11,38 | 3,0 | 355 | Durch Schutt verlegt |
| 33 | Zwischen Mittel- und Himberg; oberste Quelle | 20. 3. 13 | 11,2 | 6,7 | 12,0 | 0,5< | 388 | |
| | | 27. 4. 13 | 21,0 | 7,0 | 12,0 | 0,5< | | |
| 34 | Wiesenquelle in der Talverzweigung zwischen Mittelberg und Klei | 13. 3. 13 | — | — | 10,02 | 0,2 | 373 | Das Wasser entstammt dem Bachlauf entsprechend 32, der z. T. im Wiesenboden versickert ist |
| 35 | Am S-Fuß des Mittelberges | 13. 3. 13 | 6,0 | 7,4 | 11,22 | ca. 10,0 | 360 | |
| | | 20. 3. 13 | 9,0 | 7,3 | 11,38 | ca. 10,0 | | |
| | | 27. 4. 13 | 27,0 | 8,0 | 11,20 | ca. 8,0 | | |
| 36 | Gefaßte Quelle im Reintal | 13. 3. 13 | 6,5 | 6,0 | 9,57 | 2,0 | 352 | Durch Schutt wenig verlegt |
| | | 20. 3. 13 | 9,9 | 6,7 | 9,57 | 0,5 | | |
| | | 27. 4. 13 | 22,0 | 6,7 | 9,60 | 0,4 | | |
| 37 | Gefaßte Quelle im Jopental. N-Hang | 13. 3. 13 | 5,4 | 7,6 | 11,22 | 0,75 | 362 | |
| | | 20. 3. 13 | 7,7 | 7,3 | 10,92 | 0,8 | | |
| | | 27. 4. 13 | 21,0 | 7,6 | 11,0 | 0,8 | | |
| 38 | Jopental S-Hang | 13. 3. 13 | 5,9 | 6,2 | 8,85 | 0,17 | 363 | Gesamtergiebigkeit von 31—34 im Tal — 35 secl. |
| | | 20. 3. 13 | 7,4 | 6,4 | 9,0 | 0,2 | | |
| | | 27. 4. 14 | 20,0 | 6,8 | 9,9 | 0,2 | | |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2. Wässer im Innern des Ohmgebirges. | | | | | | |
| 39 | Wiesenquelle im Läuseborn | 12. 3. 13 | 11,2 | 6,8 | 7,27 | 0,25 | Grünsand (Tourtia) |
| | | 28. 4. 13 | 22,0 | 12,0 | 9,10 | 0,01 | |
| 40 | Der Bach im Sachsental, vor der Versickerungsstelle | 12. 3. 13 | — | — | 6,29 | 3,0 | Grünsand |
| 41 | Derselbe Bach (Ritterbach) nach Durchfließen des Plänerkalkes | 12. 3. 13 | — | — | 11,22 | ca. 13,0 | Bachbett in unterem Keuper |
| 42 | Ritterbach vor Einmündung des Kirchohmfelder Baches | 21. 3. 13 | — | — | 12,0 | 12,0 | Bachbett in Nodosenkalk |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage | Besondere Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 43 | Kirchohmfelder Bach am Südfuße des Rottersberges | 12. 3. 13 | — | — | 11,22 | 60,0 | Ergiebigkeit 6 Std. später 2 secl. |
| 44 | Bachlauf südwestlich des Kleinberges | 17. 3. 13 | — | — | >12,0 | 25,0 | Entspringt im Talschutt und versickert nach einem 200 m langen Lauf wieder |
| 45 | Bach beim Streitborn | 21. 3. 13 | — | — | >12,0 | 2,0 | Versickert bald darauf im Schutt |
| 46 | Zwischen „Köpfe“ und „Heinerköpfe“ | 28. 4. 13 | 23,0 | 8,0 | 12,0 | ca. 7,0 | Entsteht allmählich innerhalb des Bachbettes |
| 47 | Quelle am Waldrand südlich Forsthaus Segel | 17. 3. 13 | — | — | >12,0 | 0,6< | |
| | 3. Wässer am Fuß des Ohmgebirges. | | | | | | |
| 48 | Wipperquelle vor dem Haus Braustraße 29 in Worbis | 26. 4. 13 | 12,6 | 9,0 | 11,52 | ca. 20,0 | Grenze oberer-mittlerer Muschelkalk |
| 49 | Die Wipper beim ehemaligen Kloster St. Antonius | 22. 3. 13 | — | — | 12,0 | 1,95 | |
| 50 | Oberster Seitenbach der Hahle von links bei der Ziegenmühle | 12. 3. 13 | — | — | 6,15 | 16,0 | Alluvium und Hauptbuntsandstein |
| 51 | Erste Wiesenquelle im Hahletal | 11. 3. 13 | 9,0 | 8,0 | 2,16 | 0,18 | Hauptbuntsandstein |
| | südlich Dorfstelle Rappolderode (am Waldrand) | 26. 4. 13 | 15,0 | 7,3 | 2,20 | 0,20 | |
| 52 | Zweite Wiesenquelle südlich Rappolderode (gegenüber 50) | 11. 3. 13 | 9,6 | 8,2 | 2,29 | 0,2 | Hauptbuntsandstein |
| | | 26. 4. 13 | — | — | 2,22 | — | |
| 53 | Wiesenquelle im gleichen Seitental an der oberen Talverzweigung | 11. 3. 13 | — | — | 2,09 | 0,25 | Hauptbuntsandstein |
| 54 | Gegenüber 52 | 11. 3. 13 | — | — | 1,90 | 0,3 | Hauptbuntsandstein |
| 55 | Bach bei der Ruine Wildungen | 15. 3. 13 | — | — | 2,5 | 0,6 | Hauptbuntsandstein |
| 56 | Derselbe Bach 700 m unterhalb | 15. 3. 13 | — | — | 2,0 | 5,0 | Hauptbuntsandstein |
| 57 | Südlich Gasanstalt Worbis | 12. 3. 13 | — | — | 8,6 | 12,0 | Hauptbuntsandstein; wenig Muschelkalkschutt |
| 58 | Im Schreckensgrund an der Lehmkuhlentrift | 12. 3. 13 | — | — | 4,52 | 20,0 | Hauptbuntsandstein |

## Anordnung und Ergiebigkeit der Quellen.

Die Anordnung der Quellen zeigt eine Abhängigkeit von der Höhe der Schichtgrenze Röt-Wellenkalk über dem Meer und von der lokalen Tektonik in der Weise, daß der Ort einer Quelle im allgemeinen dort gegeben ist, wo der tiefste Anschnitt des Wasserträgers liegt, und durch starke Zerklüftung die Durchlässigkeit der Kalke gesteigert ist, d. h. dort, wo der Abfluß aus dem Grundwassersee am leichtesten vor sich gehen kann.

An den tiefsten Stellen des Muldenrandes finden wir die stärksten Schichtwasseraustritte. Neunspringe (No. 1) mit 40 secl., die Wipperquellen mit 195 secl., die Quellen am Mittelberg im Reintal und im Jopental (No. 35—38) mit insgesamt 35 secl. sind dafür ein Beispiel.

Im NW, zwischen Trogberg und Schwarzenberg, wo der äußere Muldenrand sehr hoch liegt (siehe Strukturkartenskizze) und die Schichten gleichzeitig ziemlich stark nach dem Innern der Mulde einfallen, finden wir auf einer Erstreckung von $3^1/_2$ km an einer einzigen Stelle (No. 11) einen Schichtwasseraustritt von recht mäßiger Ergiebigkeit. Dieser Wasserlauf verschwindet bald darauf in der „Hölle“, einer durch die Auslaugung von Rötgipsen entstandenen Höhle. Zwar entsteht 1 km östlich dieser Stelle bei der Ruine Wildungen wieder ein Wasserlauf am Fuße der Muschelkalkhöhen

(No. 55), aber seine geringe Härte (2,5 Grade) weist mit Sicherheit darauf hin, daß hier nicht durch Schutt verlegtes Muschelkalkwasser, sondern reines Buntsandsteinwasser vorliegt. Die gleichmäßig niedere Härte dieses Baches in seinem weiteren Verlauf (No. 56) zeigt, daß sich ihm auch weiterhin kein Wasser beimengt, das aus Muschelkalkgebiet stammt. Kalktuffablagerungen bei der Ruine Wildungen beweisen allerdings, daß früher in dieser Gegend Schichtwasser zum Ueberlaufen gekommen ist. In der Zeit, in der die Untersuchungen im Ohmgebirge angestellt wurden und die durch starke Ergiebigkeit der meisten Quellen gekennzeichnet war, flossen jedoch auf eine Frontlänge des Steilabfalles von 1 km in diesem Gebiet durchschnittlich noch nicht 1 secl. Schichtwasser über.

Andere Verhältnisse treffen wir im NO, zwischen der Wilden Kirche und dem Heiligenberg, wo zwar die Schichtgrenze Rhöt-Wellenkalk am Rand des Ohmgebirges auch hoch liegt, die Schichten jedoch im ganzen nur ganz schwach nach dem Inneren der Ohmgebirgsmulde einfallen. In diesem Gebiet liegt die tektonisch höchste Stelle des Ohmgebirges; die Schichtgrenze Röt-Wellenkalk erreicht bei der Hauröder Klippe eine Höhe von mehr als 430 m. Zugleich ist hier der Wellenkalk in eine Menge einzelner Schollen von sehr ungleichmäßiger Lagerung zerbrochen. Hier tritt nun der im Ohmgebirge nirgends wiederkehrende Fall ein, daß die Schichtwässer des Wellenkalkes schon erheblich oberhalb der Schichtgrenze Röt-Wellenkalk zutage treten. Am Ohmberg treffen wir ein aus Schutt austretendes Gewässer von anfänglich 0,3 secl. Ergiebigkeit schon in 470 m Höhe, 35 m oberhalb der Schichtgrenze Röt-Wellenkalk. Das Gewässer tritt in der Mitte einer steilen Lokalmulde (s. Tabelle zur Strukturkartenskizze No. 50 und 51) auf und zeigt sich so in seiner Lage ganz durch die Tektonik bestimmt. In ähnlich hoher Lage beginnt das Gewässer südlich der Bautentalsköpfe, das ebenfalls in Verbindung mit tektonischen Störungen auftritt.

Wenn nun auch das Ausbleiben des Abfließens der Schichtwässer nach dem Inneren der Ohmgebirgsmulde durch das Fehlen eines starken Gefälles in dieser Richtung leicht zu erklären ist, so ist es nicht so die hohe Lage der Austrittstellen der Schichtwässer. Denn überall sonst finden wir in Störungsgebieten infolge der gesteigerten Zerklüftung eine Zunahme der Durchlässigkeit der Gesteine. Hier jedoch wird gerade im Bereich beträchtlicher Störungen in dem fast gar nicht plastischen Gestein das Schichtwasser verhindert, in den Klüften des Wellenkalkes bis zur Rötgrenze hinabzusinken! Eine Erklärung für diese Erscheinung liegt vielleicht in der Gesteinsausbildung des Wellenkalkes, der im unzerklüfteten Zustand die Wasserzirkulation viel eher in der Richtung der zahlreichen Sedimentationsfugen, also im horizontalen Sinn, zuläßt, als quer zu diesen Fugen. Beim Fehlen senkrechter Klüfte wird also das Schichtwasser im Wellenkalk das Gestein ziemlich genau in der Richtung des Fallens durchfließen. Wenn nun der Wellenkalk hier auch im ganzen gestört ist, so haben die einzelnen, in sich noch zusammenhängenden Schollen doch eine solche Ausdehnung, daß das aus ihnen austretende Schichtwasser seiner Menge nach zur Entstehung oberflächlicher Gewässer hinreichen würde, vollends wenn die Schichten nach dem Gewässer hin stark konvergieren, wie dies bei der Hauröder Klippe der Fall ist.

Die Annahme eines solchen Zustandekommens einzelner Gewässer in einem tektonisch abweichenden Gebiet ist keineswegs unvereinbar mit der Lage der meisten anderen Quellen, denn bei diesen entströmt ja das Wasser entgegen dem Schichtfallen, und man darf wohl mit Recht annehmen, daß Wasser, wenn es je hydrostatisch zum Aufsteigen gezwungen wäre, viel eher tektonischen Gesteinsklüften folgen wird als dem viel mühsameren Weg durch die Sedimentationsfugen. Da erhebliche hydrostatische Impulse nur innerhalb größerer Bezirke entstehen können und diese in einem tektonisch

so stark bewegten Gebiet wie dem Ohmgebirge immer auch von tektonischen Klüften durchsetzt sein dürften, so ist es schon aus diesem Grund unwahrscheinlich, daß in den meisten anderen Teilen des Außenrandes des Ohmgebirges aus den Sedimentationsfugen erhebliche Schichtwassermassen austreten.

An dem S-Hang des Langenberges wäre an sich die Möglichkeit dazu gegeben, da hier die Schichten mit dem Berghang ziemlich steil talabwärts einfallen. Auf der gesamten, 3 km langen Erstreckung finden wir aber an keiner Stelle einen nachweisbaren Schichtwasseraustritt. Der Grund dieser Erscheinung dürfte nicht so sehr an der geringen Ausdehnung des möglichen Einzugsgebietes liegen, als an dem gleichmäßigen, dem Hang parallelen Streichen der Schichten. Dadurch ist dem Schichtwasser die Möglichkeit genommen, an einzelnen Stellen konvergierender Fließrichtung sich zu größeren Strömen anzusammeln, und wenn es je dem Schichtfallen folgt, so wird es in einem so seichten Strom zu Schuttgrundwasser, daß nirgends Anlaß zum Austritt an die Tagesoberfläche gegeben ist.

Auffallend wäre die auf der S-Seite der so viel weniger ausgedehnten Iberg-Aufwölbung entspringende Quelle (No. 2), wenn hier dieselben Verhältnisse vorliegen würden wie am Langenberg. Man wird daher eine hier durchstreichende Gesteinskluft für das Auftreten einer beständigen Quelle gerade an dieser Stelle verantwortlich machen können.

Im großen ganzen mit der Gegend der Hauröder Klippe übereinstimmende tektonische Verhältnisse, nämlich sehr geringes Einfallen nach der Mitte des Ohmgebirges, finden wir in dem westlich benachbarten Randgebiet an der Wilden Kirche und der Sonder. Hier sind die Schichten jedoch nicht im einzelnen gestört, sondern gleichmäßig gelagert. Das Schichtwasser tritt dabei regelmäßig an der unteren Grenze des Wellenkalkes aus, durchweg in gleichmäßiger Verteilung, so daß es vorwiegend erst als Schuttgrundwasser auf Röt in ansehnlicher Entfernung vom Wellenkalk zutage tritt (No. 19 bis 22). Nur an einer Stelle (No. 17) entsteht an der Schichtgrenze eine Quelle von mäßiger Ergiebigkeit.

Die hier beobachtete Regelmäßigkeit des Schichtwasseraustrittes ist ein Grund weiter, die eigentümlichen Quellverhältnisse bei der Hauröder Klippe vor allem mit den dort herrschenden tektonischen Verhältnissen in Verbindung zu bringen.

Im südlichen Verlauf des Ostrandes, vom Bohnenberg bis zur Matzenburg, wo zwar die Schichtgrenze Röt-Wellenkalk annähernd so hoch liegt wie an der Hauröder Klippe, die Schichtlagerung nach W zu jedoch bälder ein erhebliches Gefälle nach dem Muldeninnern erhält, erfolgt der Schichtwasseraustritt ebenfalls regelmäßig in breiter Front an der Schichtgrenze Röt-Wellenkalk; das Schichtwasser fließt dann als Schuttgrundwasser auf Röt bis zur Sohle der Täler, auf der sich die Bäche (No. 28, 29 und 30) mit einem ganz allmählichen Ergiebigkeitsanstieg sammeln.

Uebersichtlich sind die Grundwasserverhältnisse im Gebiet des Mittel- und Himberges. Die Schichten des Mittelberges, zum großen Teil auch die des Himberges, besitzen annähernd horizontale Lagerung, sind jedoch gegenüber dem Rand des Ohmgebirges in einer ziemlich schmalen Abbiegung um 20—40 m eingesunken; diese Absenkung ist noch weiter gesteigert am S-Fuß des Mittelberges in dem Talkessel zwischen Hübelstein und Klei, in dem zudem noch ein starkes Einfallen festgestellt ist [1]), eine Tatsache, aus der bei der unmittelbaren Nachbarschaft flachgelagerten Gebietes auf das Vorhandensein naheliegender Bruchlinien und Verwerfungsklüfte zu schließen ist. Hier vereinigt sich also der schon erwähnte tiefe Anschnitt des Wasserträgers mit gesteigerter Gesteinsdurchlässigkeit infolge tektonischer Zerklüftung zur Ausbildung eines reinen Typs der für das Ohmgebirge charakteristischen Quellbildung.

1) Siehe die Tabelle No. 31 und 32.

An der Westseite[1]) des Ohmgebirges ist das gleichmäßige, dem Gebirgsrand ungefähr parallele Schichtstreichen nur in der Mitte, zwischen Wintzingerode und Adelsborn, durch eine Störungszone unterbrochen. Gerade an dieser Stelle größerer Durchlässigkeit finden wir eine recht ergiebige Quelle (No. 6). Es ist bezeichnend, daß in ihrer Nachbarschaft im N und S auf einer Erstreckung von je 1 km jeglicher Schichtwasseraustritt fehlt, während wir sonst auf der W-Seite durchschnittlich alle 500 m eine kleine Schichtwasserquelle antreffen (No. 3, 4, 7, 8 und 9). Von diesen tritt nur eine (No. 3) unmittelbar an der Schichtgrenze Röt-Wellenkalk auf; die übrigen sind durch den Schutt talabwärts verlegt, was angesichts ihrer geringen Ergiebigkeit leicht erklärlich ist.

Die stärkste Verlagerung der Muschelkalkschichtwässer findet in dem Talkessel östlich Brehme statt. Oberhalb dieses Talkessels, wo alle morphologischen und tektonischen Vorbedingungen für reichlichen Schichtwasseraustritt gegeben sind, finden wir unmittelbar an der Grenze Wellenkalk-Röt gar keine Quellen; eine einzige Quelle geringer Ergiebigkeit (No. 12), die nur in Regenzeiten fließt, entspringt aus Gehängeschutt über Röt in der Nähe des anstehenden Wellenkalkes. Dagegen treten im Grund des Kessels, im Hauptbuntsandstein, Quellen von ansehnlicher Ergiebigkeit und großer Härte auf (No. 13 und 14). Da hier der Röt stark von Gipslagern durchsetzt ist, so ist zu folgern, daß die Quellen im Grund des Kessels dem Muschelkalk entstammen, dessen tiefstes Anstehendes hier noch 20 m oberhalb dieser Quellen liegt, und daß Auswaschungsklüfte in den Rötgipsen die Wässer bis zum Niveau des Hauptbuntsandsteins leiten. Auf den Gips ist auch die große Härte von mehr als 12 Graden zurückzuführen.

Bei der Quelle No. 15, die in beträchtlicher Entfernung vom anstehenden Wellenkalk liegt, ist es ungewiß, ob sie durch vorgelagertes Schichtwasser aus der Holunger Muschelkalk- und Kreidemulde oder lediglich durch Schuttgrundwasser gespeist wird, da ja der Schutt im Vorland des Muschelkalksteilanstieges zum großen Teil aus Muschelkalkstücken besteht und so die erhebliche Härte des Quellwassers nichts über seine Herkunft aussagt.

Im Inneren des Ohmgebirges liegt ein besonderes Grundwassergebiet im Bereich der durchlässigen Plänerkalke als Folge des Aufstaus des in den Pläner eingesickerten Niederschlages auf dem annähernd undurchlässigen Grünsand[2]).

Die einzige Wirkung dieser eng beschränkten Grundwasserlinse ist die Zunahme der Ergiebigkeit des Baches, der sie durchfließt. Ehe der Bach (No. 40) im Sachsental versiegt, hatte er am 12. 3. 13 eine Ergiebigkeit von 3 secl.; nach Durchfließen des Plänerkalkes, nachdem der hier vorhandene Grundwasserstrom in ihn übergetreten war, war er am gleichen Tag auf ungefähr 15 secl. angeschwollen.

---

1) Der im W vorgelagerte und durch die Bergbrücke am Trogberg mit dem eigentlichen Ohmgebirge zusammenhängende „Ohmberg“ bei Tastungen und Wehnde wurde nicht in die Untersuchung mit hereinbezogen.

2) Der Grünsand könnte also bei größerer Verbreitung vermöge seiner Gesteinsausbildung und seiner stratigraphischen Einrichtung im Ohmgebirge hinsichtlich der Quellbildung ganz dieselbe Rolle spielen wie der Flammenmergel im Hils. Dasselbe gilt vom Keuper, der ja zusammen mit Grünsand eine für hydrologische Betrachtung relativ einheitliche Gesteinsserie darstellt. An der Grenze Keuper-Trochitenkalk (entsprechend der Grenze *Minimus*-Ton-Hilssandstein im Hils) finden wir östlich von Kirchohmfeld eine Erscheinung, die den im Hils herrschenden hydrologischen Verhältnissen entspricht. Hier tritt nämlich (dies nach gütiger Mitteilung des Herrn Prof. Dr. Stremme) in jedem Frühjahr eine Reihe von „Wasserlöchern“ auf, aus denen so viel Wasser austritt, daß die Felder im weiten Umkreis in einen Morast verwandelt werden. Die Bauern versuchten die Löcher auf verschiedene Weise zu verstopfen, was aber nie zu dem gewünschten Erfolg führte, da im ganzen Verlauf der Schichtgrenze Wasser austrat.

In dem Unterschied zwischen diesen periodischen Wasseraustritten, die noch nicht einmal zur Bildung von Quelltrichtern oder zu Erosionsrinnen geführt haben, und den mächtigen Stauquellen im Hils erkennen wir die große Verschiedenheit des Verhältnisses von zentripetaler und zentrifugaler Entwässerung in diesen beiden Gebieten.

Im N des Ochsenberges erreicht der Abstand des Grundwasserspiegels von der Erdoberfläche vielfach ganz geringe Beträge, so daß die Grundwasserströme zuweilen vorübergehend an die Tagesoberfläche austreten. Es ist dies erklärlich in Anbetracht der allgemein gültigen Tatsache, daß der Grundwasserspiegel in einem ringsum abgeschlossenen Grundwassergebiet bei randlichem Abfließen eine linsenförmige Oberfläche annimmt, deren Gefälle nach dem Rande zu sich mit der jeweiligen Abflußmöglichkeit verflacht. So entstand am 13. 3. 13 in dem Bachbett des Antiklinaltales südwestlich des Kleinberges ein Wasserlauf (No. 44) von 25 secl. Ergiebigkeit, versickerte jedoch schon 200 m unterhalb wieder; 300 m unterhalb war das Bachbett wieder auf eine kurze Strecke benetzt; im weiteren Verlauf erwies sich das Bachbett, das meist in den anstehenden Wellenkalk eingeschnitten ist, als vollständig trocken. Dafür entsprangen 400 m nördlich beim Forsthaus Seegel in einer sumpfigen Wiese mehrere Quellen (No. 47), deren Wasser nach einem kurzen Lauf ebenfalls wieder versickerte. Aehnliches zeigt der östlich benachbarte Talzug; auch hier versickert das Gewässer, das im Streitborn beginnt (No. 45) und hier allerdings oberflächlichen Schuttgrundwässern entstammt, kurz nachdem es den Stauweiher der Dorfstelle Huchelheim verlassen hat. Erst an der Vereinigungsstelle der beiden Täler ist der Bachlauf endgültig in den Bereich des Grundwasserspiegels eingetreten; er führt von nun an eine ziemlich konstante Wassermenge, die bei Holungen am 19. 3. 13 99 secl. betrug.

Die Entwässerung der beiden schmalen, mit der Ohmgebirgsmulde sich bei Worbis und Holungen vereinigenden Muschelkalkmulden erfolgt ganz übereinstimmend mit der des Ohmgebirges. Dies hat zur Folge, daß aus der südlichen, nach N zu einfallenden Mulde die Wässer vom Klien nach N zu abfließen und hier zur Bildung der Hahle und Wipper beitragen, welch letztere in Worbis in der Mitte der Mulde im oberen Muschelkalk entspringt und beim Verlassen der Stadt am 22. 3. 13 schon die Ergiebigkeit von 195 secl. besaß. Die einzelnen Quellen liegen in den Straßen der Stadt (No. 48) und in den Kellern einiger Häuser in der Nähe des Marktplatzes. Nach starken Regengüssen soll das Geräusch eines unterirdischen Wasserlaufes sich in der Richtung auf den Klien zu ziemlich lange verfolgen lassen. — Der größere Teil des Wipper- und Hahlequellwassers dürfte jedoch dem Ohmgebirge entstammen, da ja hier ein viel größerer Bezirk durch Gesteine von derselben tektonisch bedingten Durchlässigkeit entwässert wird. Die Quellen in Worbis sind von einem einheitlichen Grundwasserspiegel abhängig. Wenn durch künstliche Arbeiten die Ergiebigkeit der einen Quelle gesteigert wird, so nimmt, wie in Worbis allgemein bekannt ist, die Ergiebigkeit der übrigen Quellen sofort um ein entsprechendes Maß ab. Es ist daher nicht möglich, genau festzustellen, wie viel von dem in Worbis entspringenden Quellwasser dem Klien, wie viel dem Ohmgebirge entstammt. Die beiden Schicht- bzw. Kluftwasserströme, die sich hier begegnen, sind in ihrer relativen Ergiebigkeit sicher auch starken Schwankungen ausgesetzt, da sich die mächtige Ohmgebirgs- und die so beschränkte Klienmulde bezüglich der Abflußgeschwindigkeit und der Aufspeicherungsfähigkeit der Niederschläge sehr verschieden verhalten dürften.

Entsprechend liegen die Verhältnisse bei Holungen; doch läßt die Weißenborn-Holunger Mulde nur einen geringen Teil der in ihr angesammelten Schicht- und Kluftwässer in der Richtung auf das Ohmgebirge zu abfließen; sehr viel Wasser tritt an der Westfront der Bergkette in den Schutt über und trägt hier zur Bildung zahlreicher kleiner Wasserläufe bei. Auch auf der Ostseite tritt in dem Georgental nordöstlich des Wehenberges Muschelkalkwasser in den über Hauptbuntsandstein liegenden Schutt über, wie ein hier unweit des Muschelkalkanstieges im Talgrund entstehender[1]) Bach beweist.

1) Mündliche Mitteilung des Herrn Prof. Dr. Stremme.

Eine starke Quelle (No. 16) entspringt südwestlich von Gerode am Rand der eingebrochenen Mulde unmittelbar an der Verwerfung des Wellenkalkes gegen den Röt. Tiefer Anschnitt des Wasserträgers durch die Erosion, Aufstau an einer sehr exakt verlaufenden Grenze undurchlässigen Gesteins und hohe Durchlässigkeit des Gesteins infolge tektonischer Zerklüftung vereinigen sich hier, um einen in solcher Schärfe im Ohmgebirge und seiner Umgebung nicht wiederkehrenden Quelltyp entstehen zu lassen. Auch am N-Ende dieser Mulde, in Weißenborn, gibt die tiefe Lage der Grenze Röt-Wellenkalk Veranlassung zur Entstehung einer ansehnlichen Quelle[1]), deren Existenz sich auch in einer mächtigen Kalktuffablagerung dokumentiert, auf der die Westhälfte von Weißenborn erbaut ist.

Die Gewässer, die dem Hauptbuntsandstein entstammen (No. 50—58), sind als Schuttgrundwasserquellen in ihrer Anordnung vorwiegend durch die Oberflächenformen gegeben. Bei der Hangquelle No. 51 ist es wahrscheinlich, daß sie mit einer in ihrer Nähe anzunehmenden Verwerfung im Hauptbuntsandstein[2]) in Beziehung steht.

### Zusammenfassung der hydrologischen Verhältnisse.

Im allgemeinen liegt also der Schwerpunkt der Entwässerung des Ohmgebirges am Austritt der beiden Haupttäler aus dem Gebirge im N und S, bei Holungen und Worbis. Diese Stellen erhalten durch das Gefälle der Erdoberfläche, durch das Schichtfallen, durch tiefen Anschnitt des Wasserträgers und durch gesteigerte Durchlässigkeit des Gesteins infolge starker tektonischer Störungen die ausgiebigste Wasserzufuhr, nicht bloß aus dem Inneren des Ohmgebirges, sondern auch aus den beiden von N und S anstoßenden Mulden.

Ein zweiter Schwerpunkt liegt zwischen diesen Hauptaustrittstellen im W bei Wintzingerode, im O oder vielmehr im OSO am S-Fuß des Mittelberges. Hier sind die maßgebenden Faktoren gesteigerte Durchlässigkeit auf der einen, dasselbe verbunden mit tiefliegendem Anschnitt des Wasserträgers auf der anderen Seite.

Im übrigen erfolgt der Schichtwasseraustritt meist in geringer Ergiebigkeit und gleichmäßiger Verteilung auf den Muschelkalkrand, so daß die Wässer vielfach erst im Röt zum Uebertritt an die Tagesoberfläche veranlaßt werden. Durch sehr geringen Schichtwasseraustritt hebt sich der S-Rand des Langenberges, durch relativ starke Quellen in auffallend hoher Lage die Gegend im S der Hauröder Klippe hervor.

### Form der Quellen.

Bezüglich ihrer Form unterscheiden sich die einzelnen Quelltypen im allgemeinen nur wenig von den im Hils geschilderten. Eine Eigentümlichkeit der Muschelkalkquellen ist die fast überall auftretende Kalktuffablagerung; dadurch wird zuweilen die erosive Wirkung der Bäche in ihrem obersten Abschnitt ganz aufgehoben; statt eines Wasserrisses finden wir unterhalb der Quelle polsterförmige Moosrasen oder ältere, zur Terrassenbildung neigende Kalktuffablagerungen. Bei der Quelle am S-Fuße des Mittelberges (No. 35) tritt eine stark ausgeprägte Quellnische in Verbindung mit einer ausgiebigen Kalktuffablagerung auf; es entsteht so unmittelbar vor der Quellöffnung eine Art Vorterrasse, von der das Wasser in kataraktähnlichem Fall herabstürzt. Meist fehlen jedoch ausgeprägte Quellnischen dort, wo das austretende Quellwasser durch den sofort ausgeschiedenen Kalktuff aufgestaut wird (No. 6, 23,

1) Mündliche Mitteilung des Herrn Prof. Dr. Stremme.
2) Siehe die Tabelle zur Str. No. 2.

24). Irgendeine Abhängigkeit der Kalktuffablagerungen von der Neigung des Gehänges gegen die Sonne wurde im Ohmgebirge nicht festgestellt, was bei der lückenlosen Bewaldung der Berghänge nicht auffällt.

### Temperatur.

Hinsichtlich der Temperatur der Quellwässer besteht ein durchgreifender Unterschied zwischen dem unmittelbar aus Muschelkalk austretenden und dem durch Schutt verlegten Schichtwasser; im ersteren ist die Temperatur durchweg viel gleichmäßiger als im letzteren, das sich nicht von gewöhnlichem Schuttgrundwasser unterscheidet.

In Schuttwässern oder zu Schuttwässern gewordenen Schichtwässern finden wir Temperaturen von 5° (No. 4) bis 12° (No. 39), in Schichtwässern nur solche von 7° (No. 3 und 37) bis 8,8° (No. 1). Der Grad der Abhängigkeit der Schichtwässer von meteorologischen Verhältnissen ist ersichtlich bei 8 Schichtquellen, wo einer mittleren Temperaturzunahme in der Luft von 12,1° im Wasser eine solche von 0,6° entspricht.

### Härte.

Die geringste Härte, von 1,90—2,5 Graden, im Mittel 2,15 Grade, besitzen die 6 aus Hauptbuntsandstein entspringenden Wässer. Wo Muschelkalkschutt über den Buntsandstein zerstreut ist, steigt die Härte auch in Schuttgrundwässern, die aus anstehendem Muschelkalk keinen Zustrom erhalten, bis auf 4,52 (No. 58), 6,15 (No. 50) und 8,6 Grade (No. 57). Bei den im Grünsand zutage tretenden Schuttgrundwässern steigt die Härte auf 6,29 (No. 40) und 7,27[1]) Grade (No. 39). Doch ist es gerade hier nicht ausgeschlossen, daß verschwemmter Muschelkalk teilweise für diese Härte verantwortlich zu machen ist. Im Muschelkalk sind naturgemäß alle Wässer ziemlich hart, und zwar von 7,17 (No. 3) bis zu mehr als 12 Härtegraden. Die Waldquelle am Iberg besitzt ein ganz ausnehmend weiches Muschelkalkwasser, dem im Ohmgebirge kein gleiches an die Seite gesetzt werden kann. Die nächsthöchste Härte wurde im Jopental (No. 38) mit 8,85 Härtegraden gemessen, im übrigen schwankt die Härte meist zwischen 9 und 12, bzw. mehr als 12 Härtegraden. Zeitliche Härteschwankungen von Belang wurden während der über 6 Wochen sich erstreckenden Untersuchungszeit im Ohmgebirge nicht festgestellt, dagegen fand sich auch hier die Tatsache bestätigt (No. 43), daß die Härte der oberflächlichen Gewässer auch bei starkem Anschwellen derselben bei plötzlichen Regenfällen gar keine nennenswerte Abnahme erfährt.

## Strukturkartenskizze des Ohmgebirges.

Grundlagen dieser Karte sind:

1) Die unmittelbare Bestimmung des Streichens und Fallens im Gelände; s. Tabelle S. 62—63 [282—283].

2) Die Aufnahmen von Karl v. Seebach, die den Blättern Worbis und Gerode der geologischen Spezialkarte zugrunde liegen.

Leider ermöglichen diese beiden Grundlagen es nicht, in der Strukturkarte des Ohmgebirges eine solche Naturtreue zu erzielen, wie sie in der Strukturkarte der Hilsmulde erreicht sein dürfte. Die

1) Die Messung vom 28. 4. 13 kann wegen der geringen Ergiebigkeit und der damit verknüpften starken Verdunstung (s. oben) nicht zum Vergleich herangezogen werden.

Fehler, die sich aus ursprünglichen Unebenheiten der Schichtflächen des oberen Wellenkalkes, in dem die Messungen meist vorgenommen wurden, ergeben, dürfen als sehr gering angesehen werden, da die Schichtflächen meist sehr exakt durchstreichen und bei nahe benachbarten Messungen auch ziemlich übereinstimmendes Streichen und Fallen anzeigten. Ausnahmen von dieser Regel finden sich in der Tabelle; sie werden dann besonders häufig, wenn sich die Schichtlagerung der söhligen nähert und damit die Bestimmung des Streichens immer schwieriger und fehlerhafter wird. — Die Feststellung der Schichtlagerung wurde zwar überall vorgenommen, wo es ein Aufschluß erlaubte, aber doch liegen die 85 einzelnen Punkte, wo dies möglich war, für unsere Zwecke noch ziemlich dünn über das Ohmgebirge zerstreut. Um die Verbindungslinie zwischen den einzelnen Bestimmungsstellen ihres hypothetischen Charakters möglichst zu entkleiden, wurden auf der geologischen Karte das Streichen und Fallen aus dem Verlauf der Schichtgrenzen festgestellt, wo es möglich war, und diese Resultate mit den im Gelände gefundenen kombiniert. Leider ist die topographische Unterlage der geologischen Karte, die Aufnahme des Preußischen Generalstabes vom Jahre 1853, so fehlerhaft, bzw. so abweichend von dem neuen Meßtischblatt der Landesaufnahme vom Jahr 1907, daß allen der geologischen Karte entnommenen Angaben bezüglich des Streichens und Fallens bei der Uebertragung auf die neue Karte nur ein bedingter Wert zuerkannt werden kann.

Der Horizont, dessen Relief die Strukturkarte darstellen soll, ist die Schichtgrenze Röt-Wellenkalk. Die Karte soll also die Oberfläche wiedergeben, die wir vorfänden, wenn der gesamte Muschelkalk und die ihm auflagernden jüngeren Schichten abgedeckt würden, ohne daß gleichzeitig das Liegende des Muschelkalkes irgendwie beeinflußt würde.

Da der Bereich der eigentlichen Strukturkarte mit der Verbreitung des Muschelkalkes zusammenfällt, so wurde die Meereshöhe der Röt-Wellenkalkgrenze überall, wo sie nicht wie am Rand des Ohmgebirges unmittelbar gegeben war, lediglich durch Subtraktion der Schichtmächtigkeit der auflagernden Schichten gefunden. Vor allem kam dabei der Wellenkalk und der mittlere Muschelkalk in Abzug, deren Mächtigkeit nach den Begleitworten zur geologischen Karte 250 Fuß = 95 m und 100 Fuß = 38 m beträgt. Entsprechend dem Einfallen wurden diese Beträge in der üblichen Weise aufgerundet.

An mehreren Stellen, so besonders in der Gegend des Ritterbaches, konnte die Schichtlagerung beim Mangel an Aufschlüssen weder im Gelände noch aus der Karte festgestellt werden; in diesen Fällen waren benachbarte Stellen ähnlichen Charakters mit bekannter Schichtlagerung für die Zeichnung der Höhenlinien maßgebend; diese können also auch nur Höhenunterschiede von ungefähr 20 m darstellen.

Aus diesem Grunde wurde die fertige Zeichnung als Strukturkartenskizze bezeichnet. Neuere, genauere geologische Aufnahmen werden im Bild der Strukturkarte zwar in Einzelheiten, besonders im Abstand der Höhenlinien, zu Aenderungen Veranlassung geben, den Gesamtcharakter desselben jedoch kaum noch wesentlich beeinflussen können.

Von einer Einzeichnung der Schichtwasser- bzw. Kluftwasserströme wurde Abstand genommen, da die vorwiegend auf tektonischer Zerklüftung beruhende Wasserdurchlässigkeit und Wasserkapazität des Muschelkalkes sehr wahrscheinlich viel größere, der Beobachtung sich entziehende lokale Verschiedenheiten besitzt, als dies bei dem homogenen Hilssandstein der Fall ist, dessen Wasserkapazität und -durchlässigkeit zu einem großen Teil auf seiner Porosität beruhen.

## Streichen und Fallen im Ohmgebirge (obs.).

| No. | Ort | Gestein | Fallen | Streichen |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Kahnstein | Wellenkalk | 10° O | N 25° W |
| 2 | Hohlweg südlich Dorfstelle Rappolderode | Hauptbuntsandstein | 22° N | N 52° W |
| | | | 32° N | N 35° W |
| 3 | Straßeneinschnitt südlich Iberg | Wellenkalk | 15° S | W 15° N |
| 4 | Dorfstelle Rummerode | Hauptbuntsandstein | 19° O | N 24° W |
| 5 | 250 m südlich davon | „ | 8° O | N—S |
| 6 | Klien, W-Fuß | „ | 15° O | N 18° W |
| 7 | Am Kalkofen auf dem Klien | Wellenkalk | 21° W | N 45° N |
| 8 | Südlich vom Aussichtspunkt auf dem Klien | „ | 15° N | O 20° N |
| 9 | Nördlich vom Aussichtspunkt auf dem Klien | „ | 11° N | O 20° N |
| 10 | Am Kreuz südlich Bahnhof Worbis | „ | 20° N | N 35° W |
| 11 | Beim Bahnhof Worbis | Trochitenkalk | 25° N | N 40° W |
| 12 | Benntal | Wellenkalk | 7° W | N 35° O |
| 13 | Langenberg NW | „ | 7° W | N 35° O |
| 14 | Langenberg SW im Straßenknie | „ | 6° N | W 20° N |
| | | | 7° N | W 13° N |
| | | | 6° N | W 5° N |
| 15 | Langenberg S bei der Höhe 441 | „ | 11° S | W 12° N |
| 16a | Langenberg an der Straße | „ | 35° S | W 40° N |
| 16b | 260 m unterhalb nahe am Waldrand | „ | 20° S | W 10° N |
| | | | 25° S | W 35° N |
| | | | 23° S | W 40° N |
| 17 | Langenberg S am Weg zum Steinbruch | „ | 21° S | W 30° N |
| 18 | Hübelstein, O-Fuß | „ | 0° | |
| 19 | Höhle am Hübelstein | „ | 11° N | W 42° N |
| | | | 12° N | N 8° N |
| 20 | Steinbruch auf der Höhe des Langenberges dicht daneben | „ | 4° S | W 30° N |
| | | | 11° O | N 15° W |
| 21 | Langenberg NO | „ | 6° N | W 18° N |
| 22 | Steinbruch im N des Langenberges | „ | 6° N | O 40° N |
| | | | 6° N | O 40° N |
| 23 | Mittelberg N bei Höhe 464 | „ | 0° | |
| 24 | Mittelberg, nördlicher Steinbruch | „ | 0° | |
| 25 | Mittelberg, N-Ende des mittleren Steinbruches | „ | 0° | |
| 26 | Mittelberg W | „ | 0° | |
| 27 | Im benachbarten Reintal | „ | 7° N | O 42° N |
| 28 | Mittelberg, N-Ende des südlichen Steinbruches | „ | 0° | |
| 29 | Mittelberg, 70 m südlich von 28 | „ | 3° O | N 12° O |
| 30 | Reintal nahe der Rötgrenze | „ | 5° N | O—W |
| 31 | Oberhalb der Quelle am S-Fuße des Mittelberges | „ | 27° N | W 35° N |
| 32 | Straßenverzweigung am Klei | „ | 21° N | W 50° N |
| 33 | Klei, W-Ecke | „ | 10° N | O 20° N |
| 34 | In der Kluft westlich am Klei | „ | 5° W | N 5° W |
| 35 | T. P. Hahnklippe | „ | 5° S | W 33° N |
| 36 | Steinbruch auf dem Himberg | „ | 6° O | N—S |
| 37 | Zwischen Mittel- und Himberg | „ | 5° W | N 15° W |
| 38 | Wasserriß neben der Straße Haynrode-Kaltohmfeld | „ | 7° S | W 38° N |
| | | | 7° S | W 32° N |
| 39 | Oberster Steinbruch an dieser Straße | „ | 7° W | N—S |
| 40 | In der Kling nördlich Dorfstelle Hoscherode | „ | 4° W | N 25° W |
| | | | 7° W | N 8° O |
| 41 | Matzenburg | „ | 0° | — |

| No. | Ort | Gestein | Fallen | Streichen |
|---|---|---|---|---|
| 42 | Haynroder Trift im Schmidtal | Wellenkalk | 3° W | N—S |
| 43 | Heiligenberg S | „ | 0° | — |
| 44 | Heiligenberg N | „ | 7° S | N 50° W |
| 45 | Küppchen | „ | 4° S | O 15° W |
| 46 | Bohnenberg | „ | N | — |
| 47 | Bautentalsköpfe S | „ | 10° W | N 1° O |
| | | | 18° W | N—S |
| 48 | Bautentalsköpfe, Mitte | „ | 7° W | N 7° O |
| | | | 6° W | N—S |
| 49 | Bautentalsköpfe N | „ | 6° S | O 20° N |
| 50 | Ohmberg, Ostklinge | „ | 2° N | O 45° N |
| | | | 2° N | O 5° N |
| | | | 7° N | O 7° N |
| 51 | Hauröder Klippe | „ | 11° W | N 20° W |
| 52 | Wilde Kirche | „ | 7° W | N 10° W |
| 53 | Sonder N | „ | 4° S | W 20° N |
| 54 | Sonder W | „ | 10° S | W 20° N |
| 55 | Sonder SW | „ | 11° S | N 40° W |
| 56 | Am Feldweg nördlich Holungen | Hauptbuntsandstein | 0° | — |
| 57 | Am gleichen Wege 200 m nördlich | „ | 0° | — |
| 58 | Holungen N, am Ostrand des Wäldchens | Wellenkalk | 26° W | N 26° O |
| 59 | Holungen N, im großen Steinbruch O | „ | 18° W | N—S [1]) |
| 60 | Holungen N, im großen Steinbruch W | „ | 19° W | O 40° N |
| 61 | Sonnenstein N | „ | 15° O | N 20° O |
| 62 | Sonnenstein S | „ | 20° S | NO |
| 63 | An der Chaussee bei Höhe 411 | „ | 26° S | N 62° O |
| | | | 13° N | W 23° N |
| 64 | Schwarzenberg, N-Hang 200 m weiter oberhalb | „ | 6° N | W 33° N |
| | | | 7° N | O 30° N |
| 65 | Steinbruch Wildungen | Hauptbuntsandstein | 18° O | N 50° W |
| 66 | Ruine Wildungen | „ | 11° O | N 25° O |
| 67 | Schwarzenberg S | Wellenkalk | 10° O | N 15° W |
| 68 | Mittelberg S | „ | 6° S | O 30° N |
| 69 | Bodenstein S | „ | 6° S | O 45° N |
| 70 | Südlich Kirchohmfeld an der Chaussee | „ | 10° O | N 10° O |
| 71 | Rottersberg W im Bachbett | „ | 8° S | O 25° N |
| 72 | Rottersberg NO | „ | 19° O | NO |
| 73 | Fußweg Rottersberg S | „ | 14° O | N 15° O |
| 74 | Steinbruch am S-Fuß des Rottersberges | Trochitenkalk | 45° SO | N 42° O |
| 75 | Kälberberg | „ | 10° W | N—S |
| 76 | Läuseborn-Sachsental | Plänerkalk | 12° W | N 35° O |
| | | | 20° W | N—S |
| | | | 20° W | N 10° O |
| 77 | Birkenberg | Trochitenkalk | 4° S | W 15° N |
| | | | 7° S | W 6° S |
| | | | 10° S | W 26° S |
| | | | 8° S | W 35° S |
| 78 | Steinbruch 1 km nördlich Birkenberg | Wellenkalk | 3° W | W 14° N |
| 79 | Wasserriß 1 km unterhalb Dorfstelle Huchelheim | „ | 9° W | W 15° N |
| 80 | Im gleichen Bachbett 1 km unterhalb | „ | 8° S | O 38° N |
| 81 | Bachbett südlich der „Köpfe“ | „ | 31° N | N 40° O |
| 82 | 50 m östlich von 81, im Bachbett | „ | 21° W | N 20° O |
| 83 | Kleinberg, N-Hang | „ | 18° W | N 22° O |
| 84 | Südwestlich Forsthaus Seegel | „ | 31° S | O 32° N |
| 85 | An der Straße 300 m westlich von 84 | „ | 15° S | O 40° N |

1) Unmittelbar benachbart eine Verwerfung im Wellenkalk.

## 3. Der Kyffhäuser.

Der Kyffhäuser stellt landschaftlich in seinen allgemeinsten Zügen eine Wiederholnng des Harzes im Kleinen dar; im Norden steigt er, reich zertalt, in einem Anstieg von imponierendem Eindruck empor, um sich dann nach Süden zu ganz allmählich zu verflachen.

Entsprechend liegen die geologischen Verhältnisse[1]). Im Norden grenzt eine Verwerfung von 750 m Sprunghöhe die kristallinischen Gesteine und das Rotliegende des Kyffhäusers gegen den eingesunkenen Buntsandstein der Goldenen Aue ab, nach Süden zu fallen die Schichten des Rotliegenden und darüber die des Zechsteins ganz allmählich ein und tauchen flach unter das Diluvium des Wippertales unter.

Gegenüber dem Hils und dem Ohmgebirge fällt der Kyffhäuser, welcher im Jahre nach Hellmann[2]) 70—80 cm Regenhöhe erhält, durch seine große Wasserarmut auf. Zwar fehlen dem Kyffhäuser die oberirdischen Gewässer nicht ganz, wie Behrmann[3]) angibt, aber doch beschränken sich die Gewässer, die innerhalb des Kyffhäusers entspringen, auf den Nordrand des Gebirges. Der ganze übrige Teil entbehrt des fließenden Wassers. Die einzige Ausnahme stellt die „Wasserkunst“ an der Straße Kelbra-Frankenhausen dar. Sonst finden wir Quellen nur am Rand des Gebirges, im Südosten bei Udersleben und im Süden in Frankenhausen.

Die eigentümlichen hydrologischen Verhältnisse finden ihre Erklärung in der Beschaffenheit und Lagerung des Gesteinsmaterials, das den Kyffhäuser aufbaut. Undurchlässig sind die kristallinen Gesteine, an die im Norden die Rotliegendschichten in ursprünglicher Sedimentationsdiskordanz angelagert sind. Undurchlässig infolge des tonigen und kaolinisierten Bindemittels sind auch die insgesamt über 300 m mächtigen rotliegenden Sandsteine und Konglomerate, zumal da sie von zahlreichen Tonschieferlagern durchsetzt sind. Ganz durchlässig aber ist die Gesteinsserie des Zechsteins, die aus Gips-, Dolomit- und Lettenschichten zusammengesetzt ist, und in der die Auswaschungsklüfte und -höhlungen im Gips, sowie die mit diesen Auswaschungen ursächlich zusammenhängende starke Zerrüttung der übrigen Schichtteile das ungehinderte Eindringen des Wassers in das Gebirgsinnere ermöglichen.

In dem undurchlässigen Gebiet im Norden vermögen sich im allgemeinen keine großen Niederschlagsmengen aufzuspeichern. Das Wasser fließt jedoch auch nicht ganz oberflächlich ab, sondern es wandert, wie dies Behrmann[4]) ausführlich geschildert hat, im Bereich der Schuttbedeckung als breiter Schuttgrundwasserstrom abwärts. Auf der Sohle der Täler ist zumeist die Schuttanhäufung so mächtig, daß sie die hier sich sammelnden Schuttgrundwässer vollauf zu fassen vermag und nicht zum Uebertritt an die Tagesoberfläche nötigt.

In dem durchlässigen südlichen Teil des Kyffhäusers sickern dagegen die Niederschläge fast restlos in die Tiefen des Gebirges und fließen auf der schiefgestellten Unterlage des undurchlässigen Rotliegenden weiter, um schließlich in das Grundwasser des Wippertales überzugehen[5]).

1) Siehe die Erläuterungen zur geologischen Karte, Blatt Kelbra und Frankenhausen.

2) a. a. O.

3) Dr. W. Behrmann, Zur Morphologie des Kyffhäusers. Sonderabdruck Mitt. d. Ver. d. Geogr. an d. Univ. Leipzig. pag. 9. Doch spricht auch Behrmann pag. 8 von den „Rinnsalen“ am Nordfuß, die „ihre Quellen rückwärts verlegen“.

4) a. a. O. pag. 9.

5) Von der Beigabe einer Strukturkarte des Kyffhäusers wurde abgesehen, da die verhältnismäßig einfache Lagerung der undurchlässigen Schichten im N und der stark durchlässigen im S auf die Gestaltung der hydrologischen Verhältnisse im einzelnen einen nur sehr bedingten Einfluß ausübt.

## Die Wässer des Kyffhäusers.

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Borntal | 5. 3. 13 | — | — | — | versiegt |
| | | 30. 4. 13 | 19,2 | 5,8 | 3,98 | 0,05 |
| 2 | Ueberlauf der Wasserleitung am NW-Fuß des Denkmalsberges | 5. 3. 13 | 9,0 | 7,0 | 2,03 | 0,5 |
| | | 30. 4. 13 | 27,2 | 7,6 | 2,40 | 0,4 |
| 3 | Wolwedaquelle | 6. 3. 12 | 13,0 | 7,8 | 3,26 | 0,6 |
| | | 30. 4. 13 | 23 | 7,8 | 4,50 | 0,6 |
| 4 | Klingenborn südlich Tilleda | 6. 3. 13 | 11,4 | 8 | 4,62 | 2,5 |
| | | 30. 4. 13 | 27 | 8,2 | 5,2 | 2,0 |
| 5 | Gefaßte Quelle am Nordfuß des Böttcherberges | 6. 3. 13 | 10,2 | 6,5 | 8,99 | 0,03 |
| | | 30. 4. 13 | 22,0 | 7,2 | 9,15 | 0,1 |
| 6 | Wasserkunst an der Chaussee Kelbra-Frankenhausen | 9. 3. 13 | —1 | 4,8 | 7,55 | 0,15 |
| | | 1. 5. 13 | 16,3 | 7,3 | 7,68 | 0,17 |
| 7 | Quelle des Uderslebener Baches | 10. 3. 13 | 3,0 | 8,8 | 8,99 | 8 |
| | | | 19 | 9,2 | 9,0 | 8 |

### Anordnung und Ergiebigkeit der Quellen.

Von den hier angeführten 7 Gewässern, die die Gesamtheit aller im März und April 1913 im Kyffhäuser vorhandenen oberflächlichen Gewässer darstellen, entfallen 4 (No. 1, 2, 4 und 5) auf den Nordabfall des Gebirges. Davon liegt die Quelle im Borntal ganz im Gebiet der kristallinen Gesteine, des Granits, Granitits und der Gneise zwischen dem Goldenen Mann und den Sittendorfer Köpfen. Hier ermöglicht die starke Schuttbedeckung der Talsohle, die noch durch den bedeutenden Steinbruchsbetrieb künstlich gesteigert ist, die Ansammlung eines größereu Schuttgrundwasservorrats, dessen langsames Abfließen eine Quelle von allerdings geringer Beständigkeit erzeugt.

Die Quelle im Nordwesten des Denkmalberges tritt in einer Lücke der kristallinen Umrandung im Schutt über Rotliegendem zutage, nahe der Stelle, wo dieser Schutt eine solche Mächtigkeit erhält, daß er auf der geologischen Karte mit besonderer Signatur als „Diluvialschotter einheimischer Gesteine“ ausgezeichnet ist.

Die beiden übrigen Quellen, der Klingenborn und die Quelle am Böttcherberg, treten unmittelbar über der hier durchstreichenden Hauptverwerfung auf, so daß ihr Zusammenhang mit dieser außer Frage steht, zumal auch die Eigenschaften der Temperatur und der Radioaktivität beim Klingenborn auf dasselbe hindeuten. Bei der Quelle am Böttcherberg verhindert es die geringe Ergiebigkeit, daß in den Eigenschaften des an die Oberfläche austretenden Wassers noch die Natur des Verwerfungskluftwassers zum Ausdruck kommt. Nach der Lage dieser Quelle über der Verwerfung dürfen wir jedoch annehmen, daß auch hier gerade wie am Klingenborn der in der Verwerfungskluftzone aus den Klüften des benachbarten Gesteins sich ansammelnde Wasservorrat zur Speisung der Quelle dient.

Im Süden des Denkmalberges finden wir im Tal der heiligen Eichen in der Wolwedaquelle das einzige im Innern des Gebirges, wenn auch nur wenig von seinem Rand entfernt, entspringende Gewässer. Mit einer Ergiebigkeit von 0,6 secl. beginnend, führte es südwestlich Tilleda am 6. 3. 13[1]) eine Wassermenge von 3 secl. aus dem Gebirge. Die auf der Sohle des weiter oberhalb mit mächtigen Schuttmassen aufgefüllten Talbodens entspringende Quelle liegt kurz unterhalb der Vereinigungsstelle zweier Täler, des Apfeltals und des Langentals, und der aus den beiden Tälern zusammentretende

1) und ebenso am 30. 4. 13.

Schuttgrundwasserstrom wird hier, wo das Talbett unmittelbar in das Rotliegende eingeschnitten ist, zum Uebertritt an die Oberfläche gezwungen.

Auf ähnliche Weise kommt die am Südostrand des Kyffhäusers liegende Quelle des Uderslebener Baches zustande. Das ausgedehnteste Talsystem im Rotliegenden des Kyffhäusers, das zu einem Tal von ansehnlicher Breite vereinigte System des Pfützentals, Kaltentals und Messingtals, verläßt hier das Gebirge. In diesem Tal liegt die recht ergiebige Quelle eben dort, wo in der Ausfüllung des Talbodens der grobe Schutt aus Rotliegendem durch Diluviallehm verdrängt wird, d. h. dort, wo der Schuttgrundwasserstrom auf ein Medium viel geringerer Durchlässigkeit trifft und so, da dieses ihn nicht aufzunehmen vermag, zum Austritt an die Oberfläche veranlaßt wird.

Die Wasserkunst an der Straße Kelbra-Frankenhausen stellt eine künstliche Anlage dar, die die Schuttwässer zu einem Springbrunnen aufsammelt; sie wurde nur der Vollständigkeit halber mitangeführt.

### Temperatur.

Ueberwiegend, wie dies bei Schuttgrundwässern zu erwarten ist, zeigen die Quellen in ihrer Temperatur eine beträchtliche Abhängigkeit von meteorologischen Faktoren. Im Durchschnitt entspricht einer mittleren Temperaturzunahme in der Luft von 14,4° eine solche im Quellwasser von 0,7°, wobei zu bedenken ist, daß die dicke Laubdecke, die überall dem Boden aufliegt, imstande sein dürfte, den Einfluß oberflächlicher Temperaturänderungen auf das Schuttgrundwasser abzuschwächen. Leider ermöglicht es die Fassung des Klingenborns südlich Tilleda in einer weiten Brunnenstube nicht, die Temperaturschwankungen des eigentlichen Quellwassers fehlerfrei festzustellen. Der Temperaturunterschied des Quellwassers von 0,2° (gegenüber einem solchen in der Luft von 15,6°) dürfte zum größten Teil durch den Aufstau des Quellwassers in der Brunnenstube hervorgerufen sein, und die hieraus zu folgernde Konstanz der Temperatur des eigentlichen Quellwassers weist wiederum auf eine ursächliche Verknüpfung der Quelle mit der Hauptverwerfung hin.

### Härte.

Entsprechend der petrographischen Verschiedenheit der Rotliegendschichten und ihres bald größeren, bald geringeren Kalkgehaltes besitzen die auf Rotliegendem entspringenden Quellen stark wechselnde Härte. Diese steigt von 2,03 (No. 2) bis zu 9,15 Graden (No. 5) und beträgt im Mittel 6,05 Grade. Ganz übereinstimmend waren die Wässer im April härter als im März. Diese Tatsache stimmt mit der auch im Hils festgestellten Unbeständigkeit der Schuttwässer bezüglich ihrer Härte überein. Die Ursache dieser Härteschwankungen läßt sich auch im Kyffhäuser auf Grund der angestellten Ermittelungen nicht einwandfrei feststellen.

## Die Quellen im Uracher Vulkangebiet der Schwäbischen Alb.

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Südlichste Quelle des Boller Baches bei der Paßhöhe Boll-Gruibingen | 30. 12. 12 | 4,4 | 7,8 | 12 | 0,3 |
| 2 | Am Kaltenwanghof | 30. 12. 12 | 4,8 | 4,2 | 12 | 0,2 |
| 3 | Wiesenquelle oberhalb Häringen | 2. 1. 13 | 5,1 | 5,3 | 11,07 | 1,0 |
| 4 | Im Randecker Maar 30 m rechts oberhalb des Austrittes der Straße ins Zipfelbachtal | 2. 1. 13 | 5,1 | 6,6 | 12 | 3 |

| No. | Ort | Datum | Luft Grad C | Wasser Grad C | Härte D.Gr. | Ergiebigkeit in secl. u. gegens. Lage |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Randecker Maar: kleine Wiesenquelle in der Mitte | 2. 1. 13 | 4,5 | 8,0 | 12 | 0,4 |
| 6 | Lauterquelle oberhalb Gutenberg | 3. 1. 13 | 1,1 | 8,9 | 11,77 | sehr groß |
| 7 | Im Donntal: Hangquelle am rechten Talhang | 3. 1. 13 | 6,2 | 8,5 | 10,92 | 5 |
| 8 | Goldloch bei Schlattstall | 3. 1. 13 | —3,2 | 8,9 | 10,85 | 5 |
| 9 | Wiesenquelle unterhalb der Falkensteiner Höhle (beim Bogen der Fahrstraße) | 3. 1. 13 | 3,1 | 6,9 | 11,69 | 3 |
| 10 | Oberste Quelle im Zittelstattal | 4. 1. 13 | —3,1 | 6,7 | 10,14 | 5 |
| 11 | Wiesenquelle südwestlich Wittlingen auf der Höhe | 4. 1. 13 | —1,8 | 7,0 | 12 | 0,5 |
| 12 | Einzelner Quelltopf im Wiesengrund unterhalb Wittlingen | 4. 1. 13 | 0,3 | 8,0 | 12 | 0,7 |
| 13 | Ermsquelle | 4. 1. 13 | —1,3 | 8,8 | 12 | sehr groß |
| 14 | Lauterquelle im Hof des Gestüts Offenhausen | 5. 1. 13 | —6,3 | 8,4 | 11,85 | sehr groß |
| 15 | Brunnen auf dem Sternberg | 5. 1. 13 | —2,2 | 4,0 | 12 | 0,015 |
| 16 | Echazquelle | 5. 1. 13 | 0 | 8,2 | 11,69 | sehr groß |

Die wichtigeren Quellen im Uracher Vulkangebiet (No. 6, 7, 8, 12, 14 und 16) finden ihrem geologischen Auftreten nach eine eingehende Beschreibung in den Begleitworten zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg [1]), vor allem aber in den Neuauflagen der Beschreibung der Oberämter Urach und Münsingen [2]). Die Wasserverhältnisse im Bereich der Schuttbedeckung des Braunen Jura (entsprechend den Quellen 1, 2 und 3) hat neuerdings E. Fischer [3]) nach Untersuchungen im Lochengebiet eingehend geschildert.

Bei den vorliegenden Untersuchungen im Uracher Vulkangebiet wurde der Hauptnachdruck auf die Feststellung der Radioaktivität gelegt. Die obige allgemeine Tabelle ist vornehmlich der Vollständigkeit halber angeführt und zur Ermöglichung eines Vergleiches der radioaktiven und der sonstigen Eigenschaften der Quellen.

## 4. Messung der Radioaktivität.

An 90 Quellen wurden 119 radioaktive Messungen angestellt; davon lagen 49 Quellen im Hils und seiner nächsten Umgebung, 18 im Ohmgebirge, 7 im Kyffhäuser und 16 in der Schwäbischen Alb.

Durch Messung möglichst zahlreicher und verschiedenartiger Quellen sollte vor allem der Zusammenhang zwischen der geologischen Natur der Quellen und dem Maß ihrer Radioaktivität festgestellt werden. In Sedimentärgebieten mit durchweg geringer Radioaktivität der in ihnen vorkommenden Quellwässer wurden, soweit sich die schon gewaltig angeschwollene Literatur über radioaktive Wässer überblicken läßt, derartige systematische Untersuchungen größerer hydrologischer Komplexe noch nicht vorgenommen.

Das Instrument, das zu den Messungen benutzt wurde, war ein Fontaktoskop [4]) nach L. Engler

1) Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Blatt Kirchheim. Urach.

2) Beschreibung des Oberamts Urach. Herausgegeben vom K. Stat. Landesamt. 2. Bearb. Stuttgart 1909. — Beschreibung des Oberamts Münsingen. Herausgegeben vom K. Stat. Landesamt. 2. Bearb. Stuttgart 1912.

3) E. Fischer, Geologische Untersuchung des Lochengebietes bei Balingen. Dissertation Jena. 1913.

4) Nähere Beschreibung dieses Instrumentes siehe: Gudzent, Die Bestimmung der Radioaktivität von Mineral- und Thermalquellen. Zeitschr. f. pr. Geol. Bd. 18. 1910. pag. 147—149.

und Sieveking, in reduzierter Größe nach Kohlrausch und Löwental hergestellt von Günther und Tegetmeyer in Braunschweig.

Die fontaktoskopische Messung beruht auf der Tatsache, daß radioaktive Wässer Radiumemanation und unter Umständen winzige Spuren radioaktiver Salze in Lösung enthalten, die beide die Eigenschaft besitzen, die Luft, mit der sie in Berührung kommen, durch Abspaltung von Ionen elektrisch leitend zu machen. Da nun die Luft, wie man annimmt, eine um so größere Leitfähigkeit erhält, je größer die Emanationsmenge ist, mit der sie in Berührung kommt, so kann die elektrische Leitfähigkeit der Luft unmittelbar als Maß der Radioaktivität des Wassers gelten, dem die Emanation entstammt. Gemessen wird die elektrische Leitfähigkeit der Luft an der Geschwindigkeit, mit der eine bestimmte Elektrizitätsmenge von einem Elektrometer durch die ionisierte Luft abfließt.

Die Hauptbestandteile des Fontaktoskops sind ein empfindliches Aluminiumblattelektrometer mit innerer Isolation und parallaxenfreier Ablesung nach Elster und Geitel, zwei Blechkannen von je 2 l Inhalt und ein 16,5 cm langer Zerstreuungsstab, der, an das Elektrometer angeschraubt und frei in das Innere der Kanne hineinragend, das Abfließen der aufgeladenen Elektrizitätsmenge vermittelt.

Jede einzelne Messung nahm also folgenden Gang:

1) Austreiben der Emanation aus dem Wasser durch Schütteln in der durch einen Gummistopfen verschlossenen Kanne[1]).

2) Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit der Luft mit dem Elektrometer, umgerechnet auf den Voltabfall, den 1 l Wasser in einer Stunde hervorruft.

Die Kapazität des Elektrometers No. 3598 betrug 9,2 cm.

Da aber die Isolation im Elektroskop nie eine absolute ist, da auch unter gewöhnlichen Verhältnissen die Luft eine nicht unwesentliche Leitfähigkeit besitzen, und vor allem da die Kanne von früheren Messungen her noch radioaktiv sein kann, ist es nötig, alle diese möglichen Fehlerquellen durch Messung des „Normalverlustes“ auszuschalten, d. h. der Elektrizitätsmenge, die von dem auf die leere und von radioaktiven Verunreinigungen möglichst gesäuberte Kanne gesetzten Elektrometer in der Stunde abfließt. Dieser Normalverlust wird von dem bei der Hauptmessung beobachteten Voltabfall abgezogen. Der Normalverlust des gebrauchsfertigen Fontaktoskops, also des mit eingeschraubtem Zerstreuungsstab auf die Kanne aufgesetzten Elektrometers, wurde unmittelbar nach der Herstellung des Instruments im November 1912 in den Werkstätten von Günther und Tegetmeyer zu 4,9 Volt pro Stunde bestimmt.

Nach sämtlichen Messungen betrug der Normalverlust des gleichen Elektrometers auf Kanne I im geschlossenen Zimmer 3,32 Volt, auf Kanne II, die eine starke Verunreinigung durch radioaktive Substanzen zeigte und bei den letzten Messungen nie mehr benutzt wurde, 41,07 Volt.

Im Laufe der Untersuchungen war der Normalverlust beträchtlichen Schwankungen von 0 Volt bis 81,6 Volt unterworfen; diese konnten die Resultate um so ungünstiger beeinflussen, als es sich in der Mehrzahl der Fälle um ganz schwach radioaktive Quellen handelte, die einen Voltabfall erzeugten, der nur wenig größer war als der Normalverlust.

---

1) Diese Schüttelmethode hat sich gegenüber anderen Methoden der Bestimmung der Radioaktivität, bei denen Luft durch das zu untersuchende Wasser hindurchgeleitet oder das Wasser ausgekocht wird, als die genaueste und weitaus bequemste erwiesen. (Engler und H. Sieveking, Zur Kenntnis der Radioaktivität der Mineralquellen und deren Sedimente. Zeitschr. f. anorg. Chem. 1907. pag. 2.)

Deshalb wurde auf die Beobachtung des Normalverlustes ganz besonderer Wert gelegt und die Schwankungen des Normalverlustes, besonders hinsichtlich ihrer Einwirkung auf den Vergleichswert der einzelnen Messungen, einer eingehenden Erörterung unterzogen, deren vollständige Wiedergabe in dieser geologischen Abhandlung jedoch zu weit führen würde.

Bei den Bestimmungen in der Schwäbischen Alb war der Normalverlust sehr gleichmäßig. Die schwächsten Normalverluste wurden an den Quellen mit der geringsten Radioaktivität beobachtet, der zweitgrößte Normalverlust fiel mit der stärksten radioaktiven Quelle zusammen. Diese Regelmäßigkeit zeigt, daß andere störende Einflüsse als solche, die mit der Ausdünstung bzw. Ausstrahlung der Quelle zusammenhingen, sehr schwach waren. Deshalb dürften sich ruhige und kalte Wintertage wohl am besten zur Vornahme fontaktoskopischer Messungen im Freien eignen.

Je weiter die Jahreszeit in der zweiten Beobachtungsperiode im Hils vorrückte, um so größere Schwankungen des Normalverlustes wurden festgestellt. Der Umstand, daß die Messungen ganz in der kühlen Jahreszeit ausgeführt wurden, kann deshalb als für die Genauigkeit der erhaltenen Resultate günstig betrachtet werden.

Da die Messung mit dem Fontaktoskop auf den Eigenschaften der im Innern der Kanne eingeschlossenen Luft beruht, und da bei dem von Günther und Tegetmeyer gelieferten Fontaktoskop diese Luft durch die im Elektroskopfuß angebrachte runde Oeffnung von 11 mm Durchmesser, durch die der 4,8 mm dicke Zerstreuungsstab in die Kanne hineinragt, mit der freien Luft in Verbindung stand, so konnte bei dieser Ausführung das Fontaktoskop im Freien nur bei völlig ruhiger Luft verwendet werden, da in allen anderen Fällen ein ziemlich lebhafter Luftaustausch durch die Oeffnung im Elektroskopfuß erfolgt und so nach kurzer Zeit eine ganz andere Luftfüllung in der Kanne gemessen wird, als eigentlich beabsichtigt ist. — Außerdem war in der anfänglichen Ausführung der Zerstreuungsstab außerhalb des Kannendeckels in einer Länge von 22 mm unmittelbar von der freien Luft umgeben, so daß die Schwankungen der atmosphärischen Zerstreuung, insofern diese dem Produkt aus Ionenzahl und Windstärke proportional gesetzt werden kann [1]), sich auch auf die Messungsresultate übertrugen.

Die Beeinflussung des fontaktoskopischen Befundes, die sich daraus ergab, war eine mehrfache:

1. Schädliche Steigerung des Normalverlustes. Da die Leitfähigkeit der Luft dem Produkt Ionenzahl $\times$ Ionenbeweglichkeit proportional ist, so wirken die Schwankungen der Luftelektrizität bei bewegter Luft in gesteigertem Grade auf den Voltabfall ein. Ferner kann sich unter Umständen auch der vom Boden aufgewirbelte Staub [2]) am Elektrizitätstransport wirksam beteiligen.

2. Verschleierung des durch den Emanationsgehalt des Wassers herbeigeführten Voltabfalls. Da die Luftbewegungen in der Nähe des Bodens sehr unregelmäßig sind, kann bei der Hauptmessung der oben geschilderte, den Voltabfall vergrößernde Einfluß stark bewegter Luft sich geltend machen, und die Radioaktivität der Quelle erscheint zu groß. — Anderenteils können starke Quellen durch Wegführung der ionisierten Luft aus der Kanne als zu schwach erscheinen.

3. Endlich schwankten die Elektroskopblättchen uuter dem Einfluß der in das Elektrometergehäuse eintretenden Luftströmungen zuweilen so, daß eine genaue Ablesung erschwert war. Der erste Untersuchungstag in der Schwäbischen Alb, der 30. 12. 12, war sehr stürmisch, so daß bei den Versuchen, unter diesen Umständen fontakoskoptische Messungen im Freien vorzunehmen, sich die dadurch entstehenden Fehlerquellen deutlich zeigten. Vorangegangen waren 7 Messungen im Hils im Oktober

1) Mache-Schweidler, Die atmosphärische Elektrizität. Braunschweig 1909. pag. 64.
2) a. a. O. pag. 104.

1912, bei denen das Wetter zufällig die besondere Empfindlichkeit des Fontaktoskops nicht hatte bemerken lassen.

Zunächst wurde in mehr provisorischer Weise eine Hülle aus dichtem Baumwollstoff gefertigt, die straff über den Elektroskopfuß gezogen werden konnte und lebhafte Luftbewegungen von den empfindlichen Teilen abhielt. Mit diesem Hilfsmittel wurden 12 Messungen in der Schwäbischen Alb, 7 im Kyffhäuser und 10 im Ohmgebirge vorgenommen.

Später wurde ein von Günther und Tegetmeyer hergestellter metallener Windschutz verwandt, der die freien Teile des Elektroskopfußes annähernd luftdicht nach außen abschloß. Da nun der Zerstreuungsstab, an dem das Elektrometer aufgeladen wurde, von außen nicht mehr zugänglich war, wurde gleichzeitig eine neue und bequemere Aufladevorrichtung angebracht.

Damit der Kanneninhalt von der Außenluft abgeschlossen, und alle Fehlerquellen waren endgültig ausgeschaltet, die sich aus dem während der Untersuchung wechselnden Verhältnis des Kanneninhaltes zur Außenluft ergaben.

Die Wirkung des Windschutzes ist ersichtlich an der Aenderung, die der Normalverlust des im geschlossenen Zimmer aufgestellten Fontaktoskops durch ihn erfuhr:

Auf Kanne I, wo der Normalverlust während einer Beobachtungsdauer von 25 Stunden 3,32 Volt betrug, wurde er durch den Windschutz herabgemindert auf 2,16 Volt (Mittel aus 18-stündiger Beobachtungsdauer), also um ein volles Drittel.

Auf Kanne II, wo der Normalverlust im Durchschnitt von 3 Stunden 41,07 Volt betrug, stieg er infolge des Windschutzes auf 51,42 Volt (Beobachtungsdauer $1^2/_3$ Stunden), also um ein Viertel.

Auf der von Verunreinigungen freien Kanne sinkt der Normalverlust, da keine neuen, in der Luft enthaltenen aktiven oder leitenden Teile irgendwelcher Art hinzutreten können; auf der aktiven Kanne, die ebenso wirkt, als wäre ihr Luftinhalt durch Emanation ionisiert, steigt er, da ein Entweichen der ionisierten Luft verhindert wird.

Die oben erwähnten Wirkungen des Windschutzes wurden im geschlossenen Zimmer festgestellt, in einer Luft, deren Bewegungsintensität im Freien als Windstille gedeutet würde. Man darf annehmen, daß die Wirkung des Windschutzes im Freien noch ausschlaggebender ist.

Was das Ergebnis der mit und ohne Verwendung des endgültigen Windschutzes angestellten Messungen betrifft, so zeigten im Kyffhäuser von 6 doppelt untersuchten Quellen bei der zweiten Messung mit Windschutz 4 eine Zunahme und 2 eine Abnahme der Radioaktivität, im Ohmgebirge, in dem die Luft meist ziemlich bewegt war, von 10 doppelt untersuchten Quellen 9 eine Zunahme, 1 eine Abnahme, und im Hils von 8 doppelt untersuchten Quellen 6 eine Zunahme, 2 eine Abnahme, wobei zwischen den beiden Messungen je eine Zeit von $1^1/_2$, bzw. 5 Monaten lag. Doch dürfen aus diesem Vergleich keine unbedingten Folgerungen geschlossen werden, da ja die Unterschiede auch durch Schwankungen in der radioaktiven Stärke der Quellen entstehen können.

Die Anbringung des Windschutzes bedeutet somit eine Anpassung des Fontaktoskops an die eigentliche Feldarbeit; dies ist insofern von Wichtigkeit, als alle Untersuchungen womöglich in unmittelbarer Nähe der Quellen ausgeführt werden sollen.

Die Frage, ob der Kanneninhalt luftdicht verschlossen werden oder mit der Außenluft in Verbindung bleiben soll, wird in den Arbeiten über die Radioaktivität von Quellwässern, meist nicht angeschnitten, und es scheint hierin auch keine Einheitlichkeit bei den verschiedenen Untersuchungen zu herrschen.

Der Apparat, den L. Engler und H. Sieveking[1]), und ebenso derjenige, den C. Schiffner, M. Weidig und R. Friedrich[2]) zu zahlreichen Messungen benutzten, hatte, wie aus der Beschreibung zu erschließen ist, einen annähernd luftdichten Abschluß der Kannen. L. Bamberger und K. Kruse[3]) benutzten bei ihren zahlreichen Messungen ein Fontaktoskop, „wie es von der Firma Günther und Tegetmeyer geliefert wird", also ohne Windschutz. Andererseits überzeugte sich K. R. Koch[4]) durch Parallelversuche davon, daß „der schmale Luftspalt, der der Stange des Zerstreuungskörpers den Durchtritt in den Apparat gestattet, keine irgendwie in Betracht kommende Verluste des Emanationsgehaltes mit sich brachte". Auch hier wurde also ein Fontaktoskop ohne Windschutz verwendet. Dazu ist zu bemerken, daß diese Untersuchungen in der Technischen Hochschule in Stuttgart ausgeführt wurden, wohin die Wässer in luftdicht verschlossenen Flaschen von den Entnahmestellen aus geschickt wurden. Wenn in einem geschlossenen Raum, wo die Untersuchungsbedingungen denkbar konstant sind, keine wesentlichen Störungen bemerkbar werden, so beweist dies freilich nichts für die Verhältnisse im Freien.

In 6 Fällen betrug der Normalverlust 0, d. h. Einflüsse, die eine Aufladung des Instrumentes mit neuer Elektrizität bedeuten[5]), halten dem Abfließen von Elektrizität von dem Elektrometer die Wage. Sofern sich die Einflüsse durchdringender Strahlung im Elektrometer geltend machen, ist der luftdichte Abschluß des Instrumentes naturgemäß gleichgültig.

In 4 weiteren Fällen zeigte sich ein negatives Potentialgefälle. Zwei über längere Zeit ausgedehnte Beobachtungen des Blättchenganges im Elektrometer zeigten, daß sich dabei zum Teil recht komplizierte Vorgänge abspielten.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aufladung | $11^{29}$ | | | | | | |
| Ablesung | $11^{32}$ | Divergenz der Blättchen | = 29,8 | Skalenteile | entsprechend | 207,3 | Volt |
| | $11^{47}$ | „ „ „ | = 30,0 | „ | „ | 208,2 | „ |
| | $11^{57}$ | „ „ „ | = 30,1 | „ | „ | 208,7 | „ |
| | $12^{07}$ | „ „ „ | = 29,9 | „ | „ | 207,7 | „ |
| Aufladung | $11^{52}$ | | | | | | |
| Ablesung | $11^{56}$ | Divergenz der Blättchen | = 31,8 | Skalenteile | entsprechend | 215,1 | Volt |
| | $12^{16}$ | „ „ „ | = 33,7 | „ | „ | 221,4 | „ |

1) L. Engler und H. Sieveking, Zur Kenntnis der Mineralquellen und deren Sedimente. Zeitschr. f. anorg. Chem. Bd. 53. 1907. pag. 6.

2) C. Schiffner, M. Weidig und R. Friedrich, Radioaktive Wässer in Sachsen. Freiberg 1912. pag. 15.

3) L. Bamberger und K. Kruse, Die Radioaktivität der Mineral- und Thermalquellen Tirols. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien. Abt. 2a. 1910.

4) K. R. Koch, Ueber die Radioaktivität einiger Mineralquellen Württembergs. Physiol. Zeitschr. Bd. 7. pag. 806.

5) Vermutlich handelt es sich hier um „Induktionsträger", positiv geladene radioaktive Atome in der Luft, deren Strahlung das Elektroskop beeinflußt. Der Induktionsgehalt der Luft ist größer auf durchlässigem Boden; er zeigt einen Zusammenhang mit Luftdruckänderungen: fallender Luftdruck vermehrt den Induktionsgehalt, steigender vermindert ihn. Hohe Temperatur, d. h. wahrscheinlich die dabei herrschende starke Insolation des Bodens, und wolkenloser Himmel steigern die Induktionswerte; ganz bedecktem Himmel und zunehmender Luftfeuchtigkeit entsprechen kleine Werte. Während und nach Niederschlägen wurde die geringste Induktion festgestellt. Reiner Luft entsprechen doppelt so hohe Induktionswerte wie stark getrübter Luft. Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Induktionswerten und dem gleichzeitigen Ionengehalt der Atmosphäre. Es wurde festgestellt, daß die in der Atmosphäre vorhandenen Induktionen im Mittel 30 Proz. der gleichzeitigen Ionisation hervorbringen. „Die vorkommenden Schwankungen des Induktionsgehaltes reichen somit vollkommen zur Erklärung der Schwankungen der Ionisation der Atmosphäre aus", wenn man noch den Umstand in Betracht zieht, daß durch Niederschläge auch die auf der durchdringenden Strahlung beruhende Ionisierungsstärke Aenderungen erleidet. Siehe D. V. F. Hess, Absolutbestimmungen des Gehaltes der Atmosphäre an Radiuminduktion, Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien. Mathem.-naturw. Kl. Abt. 2a. 1910. pag. 145—195; H. Mache, Messungen über die in der Atmosphäre vorhandene radioaktive Strahlung von hohem Durchdringungsvermögen, Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien. Mathem.-naturw. Kl. Abt. 2a. 1910. pag. 55—87.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ablesung | $12^{36}$ | Divergenz der Blättchen | = 34,6 | Skalenteile | entsprechend | 224,2 | Volt |
| | $12^{46}$ | „ „ „ | = 33,3 | „ | „ | 220,2 | „ |
| | $12^{06}$ | „ „ „ | = 33,4 | „ | „ | 220,5 | „ |
| | $1^{06}$ | „ „ „ | = 33,3 | „ | „ | 220,2 | „ |

In beiden Fällen finden wir einen Spannungsanstieg, der nach 25 bzw. 40 Minuten in einen Spannungsabfall übergeht. Dieser Abfall ist bei No. 40 von einem vorübergehenden kurzen Anstieg unterbrochen.

Aus beiden geht hervor, daß bei ungünstigen atmosphärischen Verhältnissen der Normalverlust alle 5—10 Minuten ein anderer werden kann. Da es so nicht sicher war, daß der anfänglich festgestellte negative Normalverlust noch über die Dauer der Hauptmessung anhalten werde, wurde in diesen Fällen der Normalverlust = 0 gesetzt. Es wurde noch eine zweite Berechnung durchgeführt, bei der der negative Normalverlust zu dem Hauptvoltabfall zugezählt wurde; dadurch wurden die Resultate erst in der zweiten Dezimale beeinflußt, woraus wiederum zu ersehen ist, daß diese kleinen Unregelmäßigkeiten des Normalverlustes, die beim Vergleich ganz schwacher Quellen noch ins Gewicht fallen, bei allen stärkeren Quellen unberücksichtigt bleiben können.

In 8 Fällen im Hils und 2mal im Ohmgebirge mußten die Messungen aus äußeren Gründen, besonders der hereinbrechenden Dunkelheit halber, mit möglichster Beschleunigung ausgeführt werden. Deshalb wurde auf die besondere Feststellung des Normalverlustes verzichtet und dieser aus den vorhergegangenen und nachfolgenden Messungen konstruiert. Die Trübung des Resultates, die dadurch möglich ist, kann nach angestellten Berechnungen den Betrag von 0,1 MACHE-Einheit kaum übersteigen; sie wird in der Regel erst die zweite Dezimale beeinflussen.

### Umrechnung des erhaltenen Resultates in MACHE-Einheiten. Korrekturen.

Nach MACHE wird die Aktivität der Quellen in absoluten elektrostatischen Einheiten angegeben. Zu dem Zweck ist der Voltabfall pro Stunde mit der Kapazität des Apparates, also bei Elektroskop No. 3598 mit 9,2 zu multiplizieren, außerdem, da eine absolute elektrostatische Einheit = i = 300 Volt und eine Stunde = 3600 Sekunden ist, durch $300 \times 3600$ zu dividieren. MACHE multipliziert den so erhaltenen Wert, der unbequem klein sein würde, noch mit 1000; das Produkt, die „MACHE-Einheit“, wird daher mit $1 \times 10^3$ bezeichnet.

Es bleibt nun immer noch ein Restbetrag von Emanation im Wasser zurück, der unter Zugrundelegung des bekannten Absorptionskoëffizienten von Radiumemanation in Wasser berechnet werden kann. Für gleiche Volumina Wasser und Luft ist der Absorptionskoeffizient für Radiumemanation = 0,23; das Resultat ist also mit 1,23 zu multiplizieren, wenn sich in der Kanne gleiche Volumina Wasser und Luft— 1 l Wasser und 1 l Luft — befinden. Bei allen Messungen wurde nun die konstante Wassermenge von 500 ccm benutzt; für diesen Fall berechnet sich der Korrektionsfaktor nach der Formel $k = 1 + \frac{0{,}23\ W}{v}$, worin W die Wassermenge und v den übrigbleibenden Luftraum in Kubikzentimetern bedeutet, zu 1,077.

Eine zweite Korrektur ist infolge Strahlungsverlustes durch Absorption an den Kannenwänden vorzunehmen. Der absorbierte Teil der Strahlung ist um so größer, je kleiner der Raum ist. Es ist nun möglich, aus der beobachteten Ionisierung, wenn keine Absorption an den Wänden stattgefunden hätte, einen Schluß zu ziehen. Nach DUANE wird diese vollständige Ionisierung ausgedrückt

durch die Formel: $I = \frac{1}{1 - 0{,}52 \cdot \frac{S'}{V}}$, worin S die Oberfläche und V das Volumen des Ionisierungsraumes bedeutet. Der Faktor, mit dem das Resultat daher ebenfalls multipliziert werden muß, ist für die Wassermenge von 5000 ccm 1,365.

Die Gesamtkorrektur für Absorption der Emanation in Wasser und für Absorption der Strahlung an den Kannenwänden ist daher für 500 ccm 1,47.

Insgesamt ergibt sich also folgende Rechnung:

$$1 \times 10^3 = \frac{(\text{Voltabfall} - \text{Normalverlust}) \cdot 9{,}2 \cdot 1000 \cdot 1{,}47}{300 \cdot 3600}.$$

Beispiel einer Messung:

Kleine Wiesenquelle im Randecker Maar (Mitte)

$4^{44}$ h 16,1 + 15,1 = 31,2 Skalenteile = 212,9 Volt

$5^{14}$ h 16,1 + 14,7 = 30,8 „ = 211,4 „

Voltabfall in $^1/_2$ Stunde = 1 · 5, also Normalverlust = 3 Volt mit 500 ccm Wasser.

$5^{24}$ h 16,1 + 14,8 = 30,9 Skalenteile = 211,8 Volt

$5^{54}$ h 12,7 + 11,6 = 24,3 „ = 182,3 „

| | |
|---|---|
| Voltabfall von 500 ccm Wasser in $^1/_2$ Stunde | = 29,5 Volt |
| „ „ 1 l Wasser in 1 Stunde | = 118,0 „ |
| Normalverlust | = 3,0 „ |
| Voltabfall — Normalverlust | = 115,— Volt. |

$$1 \times 10^3 = \frac{115 \cdot 9{,}2 \cdot 1000 \cdot 1{,}47}{300 \cdot 3600} = 1{,}439.$$

Es wurde davon Abstand genommen, durch Feststellung der Abklingungskurve der induzierten Aktivität zu entscheiden, ob die Aktivität von Radium oder von einer anderen Substanz, etwa von Thorium, herstammt; und zwar wegen der langen Dauer dieser Versuche, und da es bestimmt zu erwarten war, daß bei den wenigen Versuchen nur von Radium herstammende Abklingungskurven gefunden würden. Außerdem dürfte es kaum möglich sein, „mit dem verhältnismäßig grob arbeitenden Fontaktoskop die sehr verwickelten Vorgänge des nebeneinander hergehenden Zerfalles verschiedenartiger Substanzen mit zwingender Klarheit und Zuverlässigkeit zu verfolgen und messend festzustellen“ [1]).

**Radioaktivität der Quellen des Hils.**

| No. | Ort | Datum | Ergiebigkeit in secl. | Temperatur Grad C | Potentialabfall in Volt minus Normalverlust pro Liter und Sekunde | $1 \times 10^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | I. Quellen im Hilssandstein. | | | | | |
| | A. Grundwasser- (gewöhnliche Schichtwasser-)Quellen. | | | | | |
| 1 | Am Fangweg (1) [2]) | 24. 10. 12 | 11 | 8,2 | 26,8 | 0,336 |
| | | 13. 4. 13 | 11 | 6,4 | 19,2 | 0,246 |
| | | | | Luft (1,2) | | |
| 2 | Am Kümmerlichestieg (2) | 24. 10. 12 | 12 | 7,2 | 28,8 | 0,361 |
| | | 13. 4. 13 | 12 | 6,6 | 48,4 | 0,606 |
| | | | | (2,2) | | |
| 3 | Im Hüttenbai zwischen Tressiek und Nullenhorst (4) | 24. 4. 13 | 0,2 | 6,0 | 83,2 (85,9) | 1,042 |

1) Schiffner-Weidig-Friedrich, Radioaktive Wässer in Sachsen. III. 1911. pag. 313.

2) Die Zahlen in Klammern bezeichnen die Nummer der Quelle in den früheren Tabellen.

| No. | Ort | Datum | Ergiebigkeit in secl. | Temperatur Grad C | Potentialabfall in Volt minus Normalverlust pro Liter und Sekunde | $1 \times 10^8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | B. Stauquellen. | | | | | |
| 1 | Westausgang Delligsen 1. (östliche) Quelle am S-Hang des Birkenholzes (6) | 15. 4. 13 | 0,8 | 8,2 (1,4) | 86,4 | 1,082 |
| 2 | Westausgang Delligsen 2. Quelle (7) | 15. 4. 13 | 1 | 8,2 | 91,6 | 1,147 |
| 3 | Ueberlauf aus der Wasserleitung am Drachenholz nordöstlich Grünenplan (8) | 12. 4. 13 | 0,5 | 5 (± 0) | 24,4 | 0,305 |
| 4 | Quelle hinter dem Forstamt Grünenplan (10) | 12. 4. 13 | 1,5 | 4,0 (+0,5) | 34,8 | 0,436 |
| 5 | Im nordwestlichen Bogen der Straße Grünenplan-Gehelbühn (11) | 12. 4. 13 | 0,01 | 2,6 (−2,2) | 44,0 | 0,551 |
| 6 | Oestliche Quelle im Rehbeutel (12) | 12. 4. 13 | 0,05< | 4 (2) | 70,0 | 0,876 |
| 7 | Stahlquelle (13) | 23. 10. 12 | 0,1 | 8,0 | 47,4 | 0,593 |
| | | 12. 4. 13 | 0,1 | 5,0 (1,0) | 103,6 | 1,297 |
| 8 | Westliche Quelle im Rehbeutel (15) | 12. 4. 13 | 0,2 | 4,5 | 60,4 | 0,756 |
| 9 | Ueberlauf der Wasserleitung in der Mattheide (17) | 24. 10. 12 | 0,1 | 7,5 | 17,8 | 0,223 |
| | | 13. 4. 13 | 0,1 | 6,2 | — | — |
| 10 | Am Hilsbornsteich (20) | 25. 10. 12 | 25,0 | 8,0 | 35,2 | 0,441 |
| | | 13. 4. 13 | 25,0 | 4,5 | 103,2 | 1,167 |
| 11 | Wellenspring, Hauptquelle (26) | 23. 4. 13 | 60 | 7,2 | 79,9 | 1,000 |
| 12 | Im Burggrund (29) | 23. 4. 13 | 4 | 7,0 | 115 | 1,440 |
| 13 | In der sumpfigen Aue zwischen Tressiek und Nöllenhorst (32) | 23. 4. 13 | 6 | 6,0 | 163,8 | 2,051 |
| 14 | In den Büschen (41) | 24. 4. 13 | 8 | 7,2 | 104,4 | 1,307 |
| 15 | Wespenborn (47) | 24. 4. 13 | 3 | 7,0 | 79,2 | 0,991 |
| | C. Ueberfallquellen. | | | | | |
| 1 | Oberste Quelle im Fier (8) | 14. 4. 13 | 0,1 | 4,6 | 122,2 | 1,530 |
| | | 16. 4. 13 | 0,1 | 7,4 | 132,2 | 1,655 |
| 2 | Ueberlauf der Hohenbüchener Wasserleitung (24) | 16. 4. 13 | 1,5 | 5,6 | 32,8 | 0,411 |
| 3 | Steinbruch 200 m westlich (27) | 16. 4. 13 | 0,6 | 4,7 | 20,4 | 0,255 |
| 4 | Gefaßte Quelle an der Straße südlich Knippsiek (36) | 16. 4. 13 | 0,3 | 6,2 | 24,0 | 0,306 |
| 5 | Gefaßte Quelle am Nordhang des Hils zwischen Mattheide und Bloßer Zelle (53) | 16. 4. 13 | 0,1< | 5,6 | 19,8 | 0,228 |
| 6 | Köthe beim Vierpaß bei Vorwohle (148) | 24. 10. 12 | 0,05 | 7,6 | 23,8 | 0,298 |
| | | 23. 4. 13 | 0,08 | 5,4 | 37,6 | 0,471 |
| 7 | Taubentränke, Quelle nahe dem Hilskamm (201) | 24. 4. 13 | 0,17 | 6,8 | 42,6 | 0,533 |
| 8 | Gefaßte Verwerfungsquelle an der SO-Ecke des Hilskammes (212) | 24. 4. 13 | 0,4 | 6,8 | 28,2 | 0,355 |
| | Oberhalb Düsternthal im Sternbergschen Wald (230) | 15. 4. 13 | 1 | 4,5 | 55 | 0,688 |
| | II. Quellen im Flammenmergel und in jüngeren Bildungen. | | | | | |
| 1 | Schneppel Osthang (49) | 17. 4. 13 | 0,5 | 6,3 | 36,5 | 0,457 |
| 2 | Bohrlochquelle am Westfuß der Steinbreite (50) | 25. 10. 12 | 1,5 | 9,0 | 63,4 | 0,794 |
| | | 17. 4. 13 | 3,0 | 9,2 | 73,2 | 0,916 |
| 3 | An den Talsköpfen (51) | 17. 4. 13 | 0,4 | 7,0 | 84,6 | 1,059 |
| 4 | Quelle am Hüttenweg (52) | 13. 4. 13 | 0,3 | 4,0 | 13,2 | 0,165 |
| 5 | Dornbachquelle zu oberst (21) | 13. 4. 13 | 0,25 | 6,4 | 11,4 | 0,143 |
| 6 | Wiesenquelle am NO-Hang des Tressiek (54) | 23. 4. 13 | 0,15 | 7,1 | 57,8 | 0,724 |
| 7 | Quelle der neuen Wasserleitung für Delligsen (62) | 15. 4. 13 | 85 | 9,0 | 67,2 | 0,841 |
| 8 | Brunnenstube am Westausgang von Delligsen (64) | 15. 4. 13 | 0,6 | 8,1 | 144,2 | 1,805 |
| 9 | Gefaßte Quelle am Nordausgang von Kaierde (59) | 15. 4. 13 | 0,75 | 7 | 5,6 | 0,070 |
| 10 | Quelle am Feldweg nördlich Kaierde (60) | 15. 4. 13 | 45,0 | 8,2 | 55 | 0,689 |
| 11 | Quellgruppe bei der Wasserleitung für Kaierde | 15. 4. 13 | 5 | 8,2 | 63,6 | 0,866 |

| No. | Ort | Datum | Ergiebigkeit in secl. | Temperatur Grad C | Potentialabfall in Volt minus Normalverlust pro Liter und Sekunde | $1 \times 10^8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **III. Quellen in der Juraumrandung des Hilses.** | | | | | |
| | A. | | | | | |
| 1 | Im Imsener Wald 600 m südlich Gerzen (237) | 14. 4. 13 | 0,1 | 4,8 | 275,6 | 3,449 |
| 2 | Bei der Tongrube Gerzen (239) | 14. 4. 13 | 1,2 | 5,0 | 114,8 | 1,417 |
| 3 | Reuberg, Nordosthang (241) | 14. 4. 13 | 0,5 | 6,6 | 46,2 | 0,566 |
| 4 | In der Gleneschlucht gegenüber der Lippoldshöhle (242) | 14. 4. 13 | 80,0 | 9,5 | 106,0 | 1,430 |
| 5 | Auf den Ithwiesen 1,8 km südlich Kapellenhagen (244) | 16. 4. 13 | 0,05 | 6,2 | 85,2 | 1,067 |
| 6 | Am Stollen südlich des Wintjenberges (115) | 22. 4. 13 | 0,4 | 5,1 | 53,4 | 0,669 |
| 7 | Wiesenquelle am Westfuß des Ehrekenberges (114) | 22. 4. 13 | 0,2 | 10,0 | 99,0 | 1,239 |
| 8 | Gefaßte Trinkquelle am Weg von Holzen zu den Asphaltbrüchen (112) | 22. 4. 13 | 0,06 | 7,2 | 55,4 | 0,694 |
| 9 | Hauptquelle in Holzen (106) | 22. 4. 13 | ca.100,0 | 8,7 | 50,4 | 0,631 |
| 10 | Am Ith unterhalb des Rothensteins (245) | 22. 4. 13 | 0,3 | 5,6 | 52,8 | 0,662 |
| 11 | An der Chaussee 500 m westlich Scharfoldendorf (247) | 22. 4. 13 | 0,1 | 8,3 | 39,0 | 0,488 |
| | B. Ohmgebirge. | | | | | |
| 1 | Wipperquelle vor dem Hause Braustraße 29 in Worbis (48) | 26. 4. 18 | 20,0 | 9,0 | 176,4 | 2,209 |
| 2 | Neunspringe (Hahlequelle) in Worbis (1) | 12. 3. 13 | ca. 40,0 | 8,3 | 132,0 | 1,653 |
| | | 26. 4. 13 | ca. 40,0 | 8,8 | 190,0 | 2,379 |
| 3 | An der Straße Wintzingerode-Adelsborn (6) | 26. 4. 13 | 20,0 | 8,6 | 161,2 | 2,018 |
| 4 | Altenbrunnen westlich Worbis (2) | 11. 3. 13 | 1,1 | 7,6 | 120,6 | 1,509 |
| | | 26. 4. 13 | 1,4 | 7,95 | 172,6 | 2,156 |
| 5 | Waldquelle am SW-Hang des Iberg (3) | 11. 3. 13 | 0,2 | 7,0 | — | — |
| | | 26. 4. 13 | 0,18 | 7,9 | 114,0 | 1,427 |
| 6 | Am Waldrand nahe der Chaussee westlich des Kahnsteins (4) | 11. 3. 13 | 0,12 | 5,0 | 116,1 | 1,454 |
| | | 26. 4. 13 | 0,12 | 7,2 | 93,6 | 1,172 |
| 7 | Im Kessel östlich Brehme; Wiesenquelle in der Mitte (13) | 26. 4. 13 | 1,5 | 8,8 | 106,2 | 1,330 |
| 8 | Im Kessel östlich Brehme; Quelle im nordöstlichen Hintergrund (14) | 28. 4. 13 | 6,0 | 8,8 | 93,0 | 1,164 |
| 9 | Im Ochsental 750 m südwestlich Gerode (16) | 28. 4. 13 | 20,0 | 8,2 | 111,6 | 1,397 |
| 10 | Waldquelle am NO-Fuß der Sonder südlich von Holungen (17) | 28. 4. 13 | 1,4 | 8,0 | 106,0 | 1,277 |
| 11 | Im Tal zwischen Mittel- und Himberg (33) | 20. 3. 13 | 0,5 | 6,5 | 110,0 | 1,377 |
| | | 27. 4. 13 | 0,5 | 7,0 | 182,4 | 2,284 |
| 12 | Am Südfuße des Mittelberges (35) | 20. 3. 13 | 8,0 | 7,3 | 160,8 | 2,013 |
| | | 27. 4. 13 | 8,0 | 8,0 | 99,0 | 1,239 |
| 13 | Gefaßte Quelle im Reintal (36) | 20. 3. 13 | 0,5 | 6,7 | 55,8 | 0,698 |
| | | 27. 4. 13 | 0,4 | 6,7 | 86,4 | 1,081 |
| 14 | Gefaßte Quelle im Jopental (37) | 20. 3. 13 | 0,8 | 7,3 | 126,7 | 1,618 |
| | | 27. 4. 13 | 0,8 | 7,6 | 128,1 | 1,604 |
| 15 | Bachbett im Kirchohmfelder Wald zwischen Köpfe und Heinerköpfe (46) | 28. 4. 13 | 7,0 | 8,0 | 132,6 | 1,660 |
| 16 | Wiesenquelle im Läuseborn bei Kaltohmfeld (39) | 28. 4. 13 | 0,01 | 12,0 | 60,6 | 0,789 |
| 17 | Wiesenquelle im Hahletal zwischen Chaussee und Bahnkörper (5) | 11. 3. 13 | 0,5 | 8,0 | 49,0 | 0,613 |
| | | 26. 4. 13 | 0,4 | 8,6 | 107,4 | 1,345 |
| 18 | Wiesenquelle im Hahletal südlich Dorfstelle Rappolderode am Waldrand (51) | 11. 3. 13 | 0,18 | 8,0 | (148,3) | (1,854) |
| | | 20. 4. 13 | 0,2 | 7,3 | 257,4 | 3,223 |

| No. | Ort | Datum | Ergiebigkeit in secl. | Temperatur Grad C | Potentialabfall in Volt minus Normalverlust pro Liter und Sekunde | $1 \times 10^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | C. Kyffhäuser. | | | | | |
| 1 | Im Borntal (1) | 30. 4. 13 | 0,05 | 5,8 | 107,4 | 1,344 |
| 2 | Ueberlauf der Wasserleitung zum Wirtshaus am NW-Fuß des Denkmalsberges (2) | 5. 3. 13 | 0,5 | 7,0 | 167,6 | 2,098 |
| | | 30. 4. 13 | 0,4 | 7,6 | 148,8 | 1,863 |
| 3 | Wolwedaquelle (3) | 6. 3. 13 | 0,6 | 7,8 | 99,5 | 1,246 |
| | | 30. 4. 13 | 0,6 | 7,8 | 118,2 | 1,480 |
| | | 30. 4. 13 | — | — | 101,4 | 1,270 |
| 4 | Klingenborn südlich Tilleda (4) | 6. 3. 13 | 2,5 | 8,0 | 465,95 | 5,833 |
| | | 6. 3. 13 | — | — | 477,2 | 5,974 |
| | | 30. 4. 13 | 2,0 | 8,3 | 594,6 | 7,444 |
| | | 30. 4. 13 | — | — | 583,2 | 7,302 |
| | | 30. 4. 13 | — | — | 633,6 | 7,933 |
| 5 | Gefaßte Quelle am Nordfuß des Böttcherberges (5) | 6. 3. 13 | 0,03 | 6,5 | 100,4 | 1,257 |
| | | 30. 4. 13 | 0,1 | 7,2 | 135,7 | 1,698 |
| 6 | Wasserkunst an der Chausse Kelbra-Frankenhausen (6) | 9. 3. 13 | 0,15 | 4,8 | — | — |
| | | 1. 5. 13 | 0,17 | 7,3 | 48,13 | 0,603 |
| | | 1. 5. 13 | — | — | 72,9 | 0,913 |
| 7 | Quelle des Uderslebener Baches (7) | 10. 3. 13 | 8,0 | 8,8 | 103,0 | 1,290 |
| | | 1. 5. 13 | 8,0 | 9,2 | 130,4 | 1,633 |
| | | 1. 5. 13 | — | — | 101,4 | 1,270 |
| 8 | Frankenhausen, Elisabethquelle (Solquelle) | 10. 3. 13 | — | 10,8 | 38,7 | 0,488[1]) |
| | D. Die Quellen im Uracher Vulkangebiet der Schwäbischen Alb. | | | | | |
| 1 | Südlichste Quelle des Boller Baches bei der Paßhöhe Boll-Gruibingen | 30. 12. 12 | 0,3 | 7,8 | 103,6 | 1,297 |
| 2 | Am Kaltenwanghof | 30. 12. 12 | 0,2 | 4,2 | — | — |
| 3 | Wiesenquelle oberhalb Häringen | 2. 1. 13 | 1,0 | 5,3 | 24,4 | 0,303 |
| 4 | Im Randecker Maar 30 m rechts oberhalb des Austrittes der Straße ins Zipfelbachtal | 2. 1. 13 | — | 6,6 | 47,2 | 0,591 |
| 5 | Randecker Maar: kleine Wiesenquelle in der Mitte (Basalttuff) | 2. 1. 13 | 0,4 | 8,0 | 115,0 | 1,439 |
| 6 | Lauterquelle oberhalb Gutenberg | 3. 1. 13 | 100,0 | 8,9 | 17,8 | 0,229 |
| 7 | Im Donntal, Hangquelle am rechten Talhang | 3. 1. 13 | 25,0 | 8,5 | 11,6 | 0,145 |
| 8 | Goldloch bei Schlattstall | 3. 1. 13 | — | 8,9 | 26,2 | 0,328 |
| 9 | Wiesenquelle unterhalb der Falkensteiner Höhle (beim Knick der Fahrstraße) | 3. 1. 13 | — | 6,9 | 10,4 | 0,130 |
| 10 | Oberste Quelle im Zittelstattal | 4. 1. 13 | 5,0 | 6,7 | 51,4 | 0,644 |
| 11 | Südwestlich Wittlingen auf der Höhe Wiesenquelle | 4. 1. 13 | 0,5 | 7,0 | 73,5 | 0,920 |
| 12 | Im Wiesengrund unterhalb Wittlingen; einzelner Quelltopf (Basalttuff) | 4. 1. 13 | 0,75 | 8,0 | 134,3 | 1,681 |
| 13 | Ermsquelle (hinter der Talmühle) | 4. 1. 13 | 100,0 | 8,8 | 32,9 | 0,412 |
| 14 | Lauterquelle im Hof des Gestüts Offenhausen | 5. 1. 13 | 100,0 | 8,4 | 64,3 | 0,805 |
| 15 | Brunnen auf dem Sternberg | 5. 1. 13 | 0,015 | 4,0 | 13,85 | 0,163 |
| 16 | Echazquelle | 5. 1. 13 | 100,0 | 8,2 | 34,7 | 0,427 |

Die Werte für die Aktivität der Quellen des Hilssandsteins gruppieren sich um ein Mittel von 0,75 MACHE-Einheiten; in den Tonen und Kalken der Juraumrandung des Hils steigt dieser Mittelwert auf 1,2 MACHE-Einheiten, im

1) Bei einer von Dr. WIEPRECHT (Halle) vorgenommenen Messung ergab sich eine Radioaktivität von 0,36 M.E. Eine zweite Quelle in Frankenhausen (Schüttschachtquelle) besaß eine Radioaktivität von 1,80 M.E. (Prospekt des radioaktiven Solbades Frankenhausen).

Muschelkalk des Ohmgebirges auf 1,6 Mache-Einheiten. Größere Schwankungen zeigen die wenigen Quellen im Kyffhäuser und die in der Schwäbischen Alb untersuchten: die Aktivität der Rotliegenden- und Granitquellen des Kyffhäuser beträgt im Mittel 2,2, ohne Einrechnung des Klingenborns 1,4. Im Jurakalk der Schwäbischen Alb ergibt sich ein Mittel von annähernd 1 Mache-Einheit.

Es zeigt sich, daß das Hilssandsteinwasser im Vergleich mit Quellwasser anderer Gebiete wie an gelösten Salzen, so auch an radioaktiven Beimengungen außerordentlich arm ist.

In der Aktivität der zahlreichen Quellen des Hilssandsteins besteht eine Regelmäßigkeit in der Weise, daß alle Wässer, die unmittelbar aus anstehendem Gebirge entspringen, viel stärker radioaktiv sind als solche, die vor ihrem Austritt an die Tagesoberfläche längere Zeit in oberflächlichem Gesteinsschutt geflossen sind. Erstere besitzen eine Aktivität von mehr als einer Mache-Einheit, während die Schuttgrundwasserquellen den Betrag einer Mache-Einheit nicht erreichen. So besitzen alle Stauquellen von größerer Ergiebigkeit eine Aktivität von mehr als einer Mache-Einheit, alle schwächeren Stauquellen mit einer Ergiebigkeit von weniger als 1 secl. erreichen die Aktivität einer Mache-Einheit nicht.

Wenn der Wespenborn mit 3 secl. nur eine Aktivität von 0,991 und die Quelle hinter dem Forstamt Grünenplan mit 1,5 secl. nur die Aktivität von 0,436 Mache-Einheiten erreicht, so beweisen diese beiden vereinzelten Ausnahmen nichts gegen die allgemeine Regel, um so weniger, als sie deutliche Grenzfälle sind.

Die Stauquellen von sehr geringer Ergiebigkeit unterscheiden sich eben kaum von den gewöhnlichen Schuttgrundwasserquellen, mit denen sie nicht selten die periodisch wechselnde Lage des Quellaustrittes gemeinsam haben. Wie für die Schuttgrundwasserquellen die Länge des Weges vielfach bezeichnend ist, auf dem der Grundwasserstrom in unmittelbarer Nähe der Oberfläche dahinfließt, so ist es bei den Stauquellen sehr geringer Ergiebigkeit die lange Zeit, in der das aufgestaute Grundwasser (gleichsam als Grundwassersee mit sehr spärlichem Abfluß) vermöge seiner sehr verlangsamten Bewegung in unmittelbarer oder wenigstens wirksamer Nähe der Oberfläche weilt. Dadurch besitzt es, wie das Schuttgrundwasser, beim endlichen Austritt an die Tagesoberfläche schon halb und halb die Eigenschaft von Oberflächenwasser, in diesem Falle geringe Radioaktivität.

So ist es auch zu verstehen, daß die beiden Grundwasserquellen bzw. Schuttgrundwasserquellen am Fangweg und am Kümmerlichestieg trotz ihrer großen Ergiebigkeit nur sehr schwach aktiv sind.

Die dritte angeführte Grundwasserquelle vom Hüttenhai unterscheidet sich nicht nur ihrer Radioaktivität, sondern auch ihrem Auftreten, d. h. ihrer hohen Lage an dem steilen Berghang nach sehr stark von dem Typus der eigentlichen Schuttgrundwasserquellen, so daß sie fast mit gleicher Berechtigung als Verwerfungs- oder Spaltquelle zu deuten wäre. Wichtig ist die Tatsache, daß die etwa 300 m unterhalb liegende Quelle in der Sumpfwiese zwischen Tressiek und Nöllenhorst mit 2,05 Mache-Einheiten sich ebenfalls durch starke Radioaktivität auszeichnet, so daß der Gedanke an eine hier durchziehende Kluft- oder Störungslinie naheliegt.

Unter sämtlichen Ueberfallquellen übertrifft nur eine, die oberste Quelle im Fier, in ihrer Radioaktivität die Stärke einer Mache-Einheit. Die Quelle entspringt ja am Fuß eines kliffartigen Absturzes des Hilssandsteins unmittelbar aus anstehendem Gebirge und steht so im Gegensatz zu sämtlichen anderen Ueberfallquellen, die alle durch den Gehängeschutt mehr oder weniger verlegt sind.

Die Quellen aus Flammenmergel sind zu wenig zahlreich und zu verschiedenartiger

Entstehung, als daß aus dem Grad ihrer Radioaktivität Schlüsse grundsätzlicher Art gezogen werden könnten. Immerhin finden wir hier die Regel, daß Schuttgrundwasserquellen aus Wiesenboden eine stärkere Aktivität aufweisen, als entsprechende Schuttgrundwasserquellen aus lockerem Waldboden. Die dichtere Struktur des Wiesenbodens scheint die Radiumemanation inniger festzuhalten. Eine so schwache Aktivität, wie die Waldquellen am Hüttenweg (0,165 M.E.) und am Dornbachursprung (0,143 M.E.), besitzt keine der Wiesenquellen. Die Wiesenquelle an den Talsköpfen mit 1,059 MACHE-Einheiten, die Wiesenquelle am Nordhang des Tressiek mit 0,724 MACHE-Einheiten zeigen einen deutlichen Gegensatz, und ebenso verhält es sich, wenn wir die Quellen auf den Ithwiesen (1,067 M.E.) und die Wiesenquelle am Westfuß des Ehrekenberges (1,239 M.E.) mit den übrigen Quellen bei Holzen (0,669 bzw. 0,694 bzw. 0,631 bzw. 0,662 M.E.) vergleichen. Doch bleibt zu bedenken, daß wir es hier bei Holzen schon mit Quellen auf verschiedenem geologischen Untergrund zu tun haben.

Das Wasser der Brunnenstube am Westausgang von Delligsen besitzt mit 1,805 nach der Quelle zwischen Tressiek und Nöllenhorst die stärkste Radioaktivität im Innern der Hilsmulde. Die gleichmäßige Ergiebigkeit und die gleichmäßig hohe Temperatur der Quelle machen es wahrscheinlich, daß wir es in ihr mit dem Austritt artesischen Auftriebswassers zu tun haben. Die relativ starke Radioaktivität kann diese Annahme weiter bekräftigen.

Interessant ist das Verhältnis der Aktivität der drei Quellen bei Kaierde. An sich liefern alle drei Quellen dasselbe Wasser, nämlich Schichtfugen- und Kluftwasser aus den Cenomanmergeln und aus den jüngeren Kreideschichten, das sich in den beiden, durch das Quertal von Kaierde getrennten Muldenhälften sammelt. Bei der Wasserleitungsquellgruppe im Osten von Kaierde erfolgt dieser Austritt unmittelbar; das Wasser zeigt hier eine Aktivität von 0,866 MACHE-Einheiten. Westlich von Kaierde hat das ziemlich harte Wasser sich eine Kalktuffterrasse vorgelagert, und die Hauptquelle am Feldweg nördlich von Kaierde entspringt als beträchtlicher Bach aus diesem Kalktuff mit einer Aktivität von 0,689. In Verbindung mit dieser Hauptquelle steht 180 m davon entfernt die kleine, nur periodisch fließende Quelle am Nordausgang von Kaierde in der Weise, daß sie den Ueberlauf von der Hauptquelle ableitet, wenn diese eine gewisse Ergiebigkeit erreicht hat. Diese kleine Quelle ist nun annähernd gar nicht radioaktiv; mit 0,07 MACHE-Einheiten besitzt sie die schwächste überhaupt festgestellte Radioaktivität. Der poröse Kalktuff, durch den das Wasser in vielfacher Verzweigung und in unmittelbarer Nähe der Erdoberfläche hindurchsickert, wirkt also auf den radioaktiven Gehalt wie ein Filter ein. Vielleicht ist die Abnahme der Radioaktivität bei der Quelle am Feldweg nördlich von Kaierde gegenüber der Wasserleitungsquelle von Kaierde auch schon auf diese filtrierende Wirkung des Kalktuffes zurückzuführen.

Im allgemeinen hat die Betrachtung der Radioaktivität der Hilsquellen gezeigt, daß die Kenntnis der Radioaktivität auch für die geologische Charakterisierung der Quellen von erheblichem Nutzen sein kann, und daß sich in der Radioaktivität die individuellen Züge der Quellen unter Umständen noch deutlicher spiegeln, als in den sonstigen Eigenschaften. Die Voraussetzung zu einer solchen Verwertung der Untersuchung auf Radioaktivität ist die Vornahme möglichst zahlreicher Messungen an gleichartigen und ähnlichen Quellen.

Im Ohmgebirge entsprach der Gleichartigkeit des geologischen Charakters der meisten Quellen ihre große Uebereinstimmung in bezug auf radioaktiven Gehalt. Auch hier finden wir, daß die Quellen,

die durch Schutt verlagert sind, alle in ihrer Radioaktivität den Durchschnitt nicht erreichen, ein Beweis dafür, daß auch der Muschelkalkschutt filtrierend wirkt, wenn auch in geringerem Maße als der Hilssandsteinschutt, der lockerer lagert und nicht so von tonigem Verwitterungsdetritus durchsetzt ist, oder gar als der Kalktuff. Solche verarmte Quellen sind die am Waldrand westlich des Kahnsteins (1,454 bzw. 1,172 M.E.), die beiden Quellen im Kessel östlich Brehme (1,330 und 1,164 M.E.) und die gefaßte Quelle im Steintal (0,698 bzw. 1,081 M.E.). Sonst heben sich durch geringere Radioaktivität nur die Wiesenquelle bei Kaltohmfeld (0,789 M.E.), die Wiesenquelle im Hahletal bei der Dorfstelle Hoscherode (0,613 M.E.), und durch auffallend starke Radioaktivität die benachbarte Wiesenquelle (3,223 M.E.) hervor.

Im Kyffhäuser ist die starke Radioaktivität des Klingenborns genugsam begründet, wenn auch nicht erklärt durch die Lage der Quelle gerade über der Verwerfungsspalte, längs der die Goldene Aue gegenüber dem Kyffhäuser um 750 m abgesunken ist. Woher jedoch die starke Aktivität des Klingenborns in die als Wasserleitung dienende Verwerfungskluft geraten ist, ob aus einem oberflächlichen Gestein oder als aufdringendes juveniles Wasser, das sich dem Kluftwasser beimengt, entzieht sich unserer Kenntnis. Für die letztere Möglichkeit könnte die Tatsache sprechen, daß die Quelle zur Zeit größerer Ergiebigkeit schwächere, zur Zeit geringerer Ergiebigkeit stärkere Aktivität zeigte. Doch wäre eine über Monate und Jahre andauernde Messung und Beobachtung der Quelle nötig, um hier zu wirklich exakten Resultaten zu gelangen.

Im übrigen erlaubt die geringe Anzahl sonstiger Quellen im Kyffhäuser nicht, aus den radioaktiven Messungen Schlüsse irgendwelcher Art zu ziehen.

In der Schwäbischen Alb finden wir eine sehr schwache Aktivität bei der Quelle der Lenninger Lauter bei Gutenberg (0,229 M.E.), bei der Erms- (0,412 M.E.) und bei der Echazquelle (0,427 M.E.). Derartige Karstquellen haben eine unbekannte Laufstrecke als unterirdischer Bach mit luftbedeckter Oberfläche hinter sich, weshalb eine geringe und bei äußerlich gleichem Charakter verschiedene Aktivität bei ihnen nichts Verwunderliches hat. In diesem Verstande ist die viel stärkere Aktivität der 4. großen Karstquelle, der Quelle der großen Lauter im Hofe des Gestüts Offenhausen (0,805 M.E.), nicht auffallend. In Uebereinstimmung mit dieser Verschiedenheit der Radioaktivität steht die Verschiedenheit der Höhenlage dieser Quellen und ihre Anordnung im Gebirgskörper. Die Offenhausener Quelle ist in 665 m Meereshöhe nur 80 m in das mittlere Niveau des Albplateaus an dieser Stelle eingesenkt, während die drei anderen Quellen, die in Meereshöhe von 563 m 617 m und 576 m austreten, um den annähernd doppelten Betrag, nämlich um durchschnittlich 150 m, in das mittlere Niveau des Albplateaus eingeschnitten sind. Es ist anzunehmen, daß bei dem so viel stärkeren Gefälle das Wasser beim Durchgang durch die Klüfte des Kalkgebirges viel weniger mit der Luft in Berührung kommt und so einen größeren Teil seines Gehaltes an Emanation verliert.

Die beiden Grundwasserquellen aus Basalttuff im Randecker Maar und unterhalb von Wittlingen besitzen mit 1,439 und 1,681 Mache-Einheiten die stärkste Aktivität von allen untersuchten Quellen in der Alb. Die Kleinheit der geothermischen Tiefenstufe, die ja bei Neuffen zu 11,1 m festgestellt wurde, hat auf den Betrag der Radioaktivität offensichtlich keinen Einfluß; diese steigt vielmehr nur unmittelbar im Bereich des Tuffes und nimmt in der nächsten Nachbarschaft wieder den gewöhnlichen Wert an, wie die Quelle am Rande des Randecker Maars beweist.

# Inhalt.

Seite

Einleitung . . . . . 3
Untersuchungsmethoden:
Bestimmung der Härte . . . . . 3
Temperatur . . . . . 4
Ergiebigkeit . . . . . 4
Allgemeines über Quellen . . . . . 5
1. Der Hils . . . . . 8
Horizontale und vertikale Gliederung . . . . . 8
Tektonik . . . . . 8
Die Schichtreihe des Hils und hydrologische Verhältnisse im allgemeinen . . . 9
Zusammenhang zwischen Tektonik, Hydrologie und Oberflächengestaltung . . . 10
Die Quellen im Innern der Hilsmulde . . . . . 11
Die Quellen des Hilssandsteins . . . . . 11
Tabelle . . . . . 12
Anordnung der Quellen . . . . . 16
Alter der einzelnen Quelltypen . . . . . 19
Die Form der Quellen . . . . . 19
Ergiebigkeit . . . . . 21
Temperatur . . . . . 22
Härte . . . . . 23
Strukturkarte der Hilsmulde . . . . . 24
Die zentrifugale Entwässerung der Hilsmulde . . . . . 26
Tabelle . . . . . 26
Die Entwässerung des Jurakammes im Nordosten und Nordwesten des Hils . . . 37
Anordnung der Quellen . . . . . 39
Die Form der Quellen . . . . . 42
Ergiebigkeit . . . . . 43
Temperatur . . . . . 43
Härte. Konstanz der Härte. Härteschwankungen . . . . . 43
Die Quellen des Jurakammes . . . . . 47

Seite

2. Das Ohmgebirge . . . . . 48
Horizontale und vertikale Gliederung . . . . . 48
Beschreibung der Schichten . . . . . 49
Tektonik . . . . . 49
Zusammenhang zwischen Tektonik und Oberflächengestaltung . . . . . 50
Tabelle . . . . . 52
Anordnung und Ergiebigkeit der Quellen . . . . . 54
Zusammenfassung der hydrologischen Verhältnisse . . . . . 59
Form der Quellen . . . . . 59
Temperatur . . . . . 60
Härte . . . . . 60
Strukturkartenskizze des Ohmgebirges . . . . . 60
3. Der Kyffhäuser . . . . . 64
Geologie und ihr Einfluß auf die hydrologischen Verhältnisse im allgemeinen . . 64
Tabelle . . . . . 65
Anordnung und Ergiebigkeit der Quellen . . . . . 65
Temperatur . . . . . 66
Härte . . . . . 66
Tabelle der Quellen im Uracher Vulkangebiet der Schwäbischen Alb . . . 66
4. Messung der Radioaktivität . . . . . 67
Einleitung . . . . . 67
Die Methode der Messung . . . . . 67
Bedeutung des Normalverlustes . . . . . 68
Empfindlichkeit des Fontaktoskops im Freien . . . . . 69
Umrechnung in MACHE-Einheiten . . . . . 72
Tabelle . . . . . 73
Diskussion der Resultate . . . . . 76

## Lebenslauf.

Ich, Karl Eberhard Walter, bin geboren am 25. Juni 1889 zu Plieningen bei Stuttgart als Sohn des damaligen Präzeptors Richard Walter und seiner Frau Anna, geb. Mayer. Ich bin evangelischer Konfession. Im Herbst 1896 trat ich in Eßlingen, wohin meine Eltern inzwischen verzogen waren, in die Elementarschule ein und durchlief in dieser Stadt das Lyzeum und spätere humanistische Gymnasium, das ich im Sommer 1908 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Nach Ableistung meines militärischen Dienstjahres in Ulm a. D. studierte ich bis Sommer 1913 in Tübingen, München und Berlin Naturwissenschaften, wobei ich mich in den späteren Semestern mehr auf die geologischen Fächer beschränkte.

Meine Lehrer waren Koken†, Lang, Wislicenus, Bülow, Blochmann, Vöchting, Paschen, C. Uhlig, Brill, Rothpletz, Broili, Weinschenk, Groth, v. Drygalski, Branca, Stremme, v. Staff, Liebisch, Belowski, Penck, Simmel und Riehl. Ihnen allen spreche ich hiermit meinen wärmsten Dank aus.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena 4486

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena 4486